COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET Cie, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-QUATRE-VINGT-UNIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE **1925**.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS et Cie, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1925

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUILLET 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison de la Fête nationale la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 15 au lieu du lundi 13 uillet.

Sur la proposition de M. le **Secrétaire perpétuel**, l'Académie décide que la séance publique annuelle de 1925 aura lieu le lundi 21 décembre.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation des signaux horaires rythmés : précision de réception et ordre de grandeur des perturbations.* Note (¹) de M. **G. Bigourdan**.

J'ai montré précédemment (²) que les perturbations subies par les ondes hertziennes n'exercent pas d'influence supérieure à $0^s,01$ sur la durée de leurs plus longs trajets terrestres. Ces résultats ont été obtenus en discutant les

(¹) Séance du 29 juin 1925.
(²) *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1099 ; **180**, 1925, p. 233, 351.

observations des *mêmes* signaux rythmés faites dans *divers* observatoires et par des méthodes variées, pendant les années 1922 et 1923.

On sait que ces signaux, au nombre de 300 par série journalière, sont donnés à des intervalles bien équidistants d'environ 59/60e de seconde sidérale, et qu'ils couvrent ainsi un intervalle D d'un peu moins de 5 minutes; en outre, j'ai montré qu'en opérant sur les différences D, on élimine toute influence des corrections de pendule. Ici je voudrais, au moyen d'observations analogues faites en 1924, sur les signaux de 20^h du poste Lafayette (LY), montrer d'abord que les résultats précédents se trouvent confirmés, puis déterminer la précision relative de divers modes d'observation des signaux.

Les observations comparées, publiées dans le *Bulletin horaire* n° 19, ont été faites dans les six stations suivantes :

Paris (B. I. H.); observatoires d'*Edinbourg*, *Greenwich*, *Tokyo*, *Uccle* et *Washington*, qui concluent chacune leurs heures de réception du premier et du dernier de ces 300 signaux.

Au B. I. H. ces heures ont été obtenues de trois manières différentes :

1° A l'oreille (O) par observation des *coïncidences* sur une pendule sidérale et calcul des signaux 1 et 300;

2° Par enregistrement *inscrit*, relevé à la manière ordinaire, du signal 1 et du signal 300;

3° Par le moyen des *coïncidences* résultant de l'enregistrement, et d'où l'on a conclu les heures des mêmes signaux 1 et 300.

Les trois résultats ainsi obtenus seront distingués par les indices o, 1, *c*.

D'après ce qui précède, toutes les stations et toutes les méthodes devraient donner la même durée de l'intervalle D des signaux 1 et 300, soit environ 293 secondes; et les écarts peuvent être attribués aux perturbations que je veux mettre en évidence, ou au mode d'observation. Le tableau suivant (Tableau I) donne, pour chaque série journalière et chaque station, l'écart Δ entre l'intervalle observé D et sa valeur exacte M définie ci-après. L'emploi pour M, de la valeur déterminée au B. I. H., pourrait prêter à objection; nous l'avons prise égale à la moyenne des valeurs D obtenues dans les diverses stations (1); et l'ensemble des résultats est donné ci-après (Tableau I), où les observations sont groupées de 10 en 10 jours.

(1) Certains résultats D, manifestement affectés d'erreurs grossières, ont été laissés de côté, quand ils donnent des Δ égaux ou supérieurs à $0^s,30$. La comparaison des dates ci-après avec celles du *Bull. horaire* n° 19, permettra immédiatement de connaître les résultats ainsi laissés de côté.

Explication du Tableau I. — L'ensemble de ce Tableau général se compose de 21 tableaux partiels, disposés chronologiquement, et embrassant 10 jours chacun, soit au total 210 jours d'observations communes pour l'année entière 1924.

Chaque *tableau partiel* est formé de 10 colonnes verticales que nous distinguerons par les n°s 1 à 10, en allant de gauche à droite, et qui renferment les données suivantes :

Colonne 1 : *Dates*. — Les mois sont désignés par leurs initiales, en distinguant par des indices ceux qui commencent par la même lettre. Ainsi J_1, J_2, J_3 désignent respectivement Janvier, Juin et Juillet.

Colonnes 2, 3, 4 : *Paris*. — Valeurs individuelles de Δ, correspondant aux indices o, 1, *c* dont le sens a été défini ci-dessus.

Colonnes 5, 6, 7, 8, 9 : Stations de *Edinbourg*, *Greenwich*, etc. — Valeurs de Δ correspondant à chacune des cinq autres stations, placées par ordre alphabétique.

Colonne 10 : M, quantité qui a également été définie ci-dessus; mais on ne donne que les derniers chiffres, faute de place; les premiers sont 353,2.

Tous les Δ sont exprimés en millièmes de seconde de temps et donnés avec leur signe, de manière que toujours

$$D = M + \Delta.$$

Ainsi on peut rétablir le D correspondant à chaque observation individuelle. Par exemple, le 25 janvier, les valeurs de Δ pour Paris et M sont respectivement

$$+2, \quad +12, \quad -8, \quad 293^s,252.$$

Les valeurs correspondantes de D sont donc

$$254, \quad 264, \quad 244,$$

et ainsi des autres.

Dans chaque tableau partiel, une dernière colonne *horizontale* donne, encore en millièmes de seconde, la valeur moyenne *absolue* des écarts Δ, correspondant à ceux des colonnes verticales 2-9.

TABLEAU I.

1924. J_1.	Paris. Δ_0.	Δ_1.	Δ_c.	Édinb.	Gr.	Tokyo.	Uccle.		M.
4	−5	»	»	−5	−15	»	+25	»	45
7	+15	+5	−5	0	+5	»	−5	−15	55
11	+5	+15	+5	−25	−5	+5	»	»	55
12	0	»	»	+10	+10	−10	−10	»	60
13	−3	−3	−3	−3	+17	−3	»	»	57
15	−3	+7	−23	+27	−13	+17	»	−13	47
19	+5	»	»	+5	−5	−5	»	»	55
20	+12	+12	+2	−28	−8	+12	»	»	62
22	−12	»	»	−2	−12	+8	+18	−2	38
25	+2	+12	−8	+2	−8	−8	+22	−18	52
	6	**9**	**8**	**11**	**10**	**8**	**16**	**12**	
26	+3	−17	+3	+23	+3	+3	»	−17	53
29	−2	»	»	+8	−2	−2	»	−2	58
F.									
1	−1	−1	−1	−1	+9	+19	−1	−21	49
2	+6	−4	+6	+6	−4	−4	−4	−4	56
3	+3	+13	+23	+3	−17	−27	»	»	53
7	+9	+9	+9	»	+9	−21	−11	−1	59
8	+15	+5	+5	+5	−25	»	−5	»	65
12	−1	+9	−11	+19	−21	+19	−21	+9	49
19	0	+10	0	−10	+10	0	0	−10	50
20	−14	+6	−4	−4	+6	−4	»	+16	46
	5	**8**	**7**	**9**	**11**	**11**	**7**	**10**	
22	+9	+19	+9	−1	−1	−21	−11	»	59
23	+6	−4	+6	+6	+6	+6	−24	−4	56
24	+8	+8	−2	+8	−2	−22	»	»	58
25	−7	+3	−7	−7	−7	+23	»	+3	53
26	+9	−1	+9	−11	−1	−11	+9	−1	59
28	−4	+6	−4	−14	−34	+6	+26	+16	46
29	0	»	»	0	0	−10	0	+10	50
M_1.									
1	−4	+6	−4	−4	−14	+6	+16	−4	46
2	+10	−10	»	+10	−10	0	»	»	60
4	+5	»	»	−25	−5	+15	+5	+5	55
	6	**7**	**6**	**9**	**8**	**12**	**13**	**6**	

M_1.	Paris. Δ_0.	Δ_1.	Δ_c.	Édinb.	Gr.	Tokyo.	Uccle.	Wash.	M.
5	−10	»	»	−10	»	+10	»	+10	40
8	−2	»	»	−2	−12	+18	»	»	58
11	−7	+33	−7	−7	+3	+3	−17	»	43
13	+4	+24	−6	+4	−16	+4	»	−16	54
14	−5	+5	−5	−5	»	−5	»	+15	45
18	+3	+3	+3	+3	»	−17	+3	+3	53
19	0	+20	0	»	»	−20	0	0	50
20	+7	+7	−3	+7	»	−23	+7	»	57
22	+1	+1	+1	+1	−9	+11	»	−9	51
25	−5	+5	+5	−5	−5	+5	−5	+5	45
	5	**12**	**4**	**5**	**9**	**11**	**7**	**8**	
28	−10	+30	−10	−10	0	0	−10	+10	40
31	−3	−13	−3	»	−3	−3	»	+27	47
A.									
1	−4	−4	−4	−4	−4	+6	+16	»	46
2	0	0	0	0	−10	−10	»	+20	50
4	−9	+1	+31	−9	−9	+21	−9	−19	41
5	−8	»	»	−8	»	+12	»	+2	42
8	−7	+13	−7	+3	+3	−7	»	+3	53
9	−12	»	−42	+18	»	+28	»	+8	48
10	+1	+11	+11	+1	−9	−19	»	+1	51
11	−6	+4	+14	−6	+4	+4	−16	»	44
	6	**9**	**14**	**6**	**5**	**11**	**13**	**11**	
12	−4	+16	−4	−4	−4	−14	»	+16	46
13	+3	+13	+13	+3	−7	−27	»	»	53
14	−10	0	0	+10	−10	+10	»	»	40
15	+9	−11	−11	+9	+9	+9	−11	»	59
16	+2	+12	+2	−8	»	+2	−8	»	52
19	−2	+18	+8	−22	−2	−2	»	»	48
25	+5	−5	+5	»	−5	+15	−15	»	55
26	+3	−7	+3	+3	»	»	+3	−7	53
27	+5	+15	+5	−25	−5	+5	»	»	55
30	−3	+7	+7	−3	+7	−13	−3	»	47
	5	**10**	**6**	**10**	**6**	**11**	**8**	**11**	

1924.	Paris.								
M_2.	Δ_0.	Δ_1.	Δ_c.	Édinb.	Gr.	Tokyo.	Uccle.	Wash.	M.
2	0	—10	—10	+10	—10	+10	+10	»	60
3	+ 1	+11	—	+ 1	—19	— 9	+21	»	51
5	— 1	+ 9	— 1	— 1	—21	»	+19	— 1	49
7	— 4	+ 6	+16	—14	+ 6	— 4	— 4	»	46
9	— 2	— 2	—12	+ 8	— 2	+ 8	»	»	58
13	+ 3	+ 3	+23	+ 3	— 7	— 7	—17	»	53
15	+ 3	+ 3	— 7	+ 3	—17	+13	»	»	53
16	+13	+13	+ 3	+ 3	+ 3	—27	— 7	»	63
19	+21	—19	—19	+ 1	—19	+21	+11	»	71
21	+13	—17	—27	+ 3	— 7	»	+13	+23	63
	6	9	13	5	11	12	13	12	
22	+19	— 1	—11	+ 9	—11	»	+ 9	—11	69
23	+16	— 4	— 4	— 4	— 4	+ 6	»	— 4	66
30	+15	»	»	— 5	—25	»	+15	»	65
J_2.									
1	—10	»	»	+10	—20	+20	»	»	60
2	+20	—10	—10	+10	—20	»	+10	»	70
3	+ 1	— 9	+ 1	+ 1	—19	+ 1	+21	»	51
4	+ 6	—14	+ 6	+ 6	+ 6	»	+ 6	—14	56
5	—10	—10	—20	»	—10	+40	+10	»	60
6	+ 7	— 3	—13	+ 7	— 3	—23	+27	»	57
7	+ 4	— 6	+ 4	+ 4	—26	+14	+ 4	»	54
	11	7	9	6	14	17	13	10	
9	+ 5	— 5	— 5	+ 5	—15	+15	»	»	55
12	0	—10	+10	+30	»	+10	—20	—20	50
13	0	0	+10	—10	—20	+10	+10	»	60
14	+ 1	—19	+ 1	+ 1	+ 1	+11	+ 1	»	51
17	+ 5	+ 5	+ 5	—15	— 5	»	+ 5	»	55
19	+11	+ 1	+ 1	—19	— 9	»	+11	+ 1	61
20	+17	— 3	+ 7	+ 7	— 3	—23	»	»	67
23	+ 2	— 8	—18	+ 2	»	+22	+ 2	»	52
24	+ 8	+ 8	—12	— 2	— 2	+18	— 2	—12	58
26	+10	—20	—10	+10	0	»	+10	»	60
	6	8	8	10	7	16	7	11	

1924.	Paris.								
J_2.	Δ_0.	Δ_1.	Δ_c.	Édinb.	Gr.	Tokyo.	Uccle.	Wash.	M.
27	+12	»	»	+ 2	— 8	»	»	— 8	52
28	+17	—23	— 3	— 3	—13	»	+27	»	67
J_3.									
1	+ 7	— 3	—23	+ 7	—13	+27	»	»	57
2	+ 4	»	— 6	+ 4	— 6	+ 4	»	»	54
5	+ 7	+ 7	— 3	+ 7	— 3	—13	— 3	»	57
6	+10	—20	—10	+10	—10	+20	»	»	60
10	+12	+ 2	+ 2	+12	+ 2	—28	»	»	62
13	+10	0	0	+10	—10	—10	»	»	60
15	— 3	+17	+17	+ 7	—13	—23	»	»	77
16	+ 7	— 3	— 3	+ 7	—13	+ 7	»	»	57
	9	9	7	7	9	16	15	8	
19	+17	+ 7	+ 7	+ 7	—13	—23	»	»	67
24	+10	»	»	+10	—10	—10	»	»	60
25	+12	— 8	— 8	+22	— 8	— 8	»	»	72
29	— 7	— 7	— 7	+13	+ 3	+ 3	»	»	63
A_2.									
3	— 2	— 2	+ 8	+18	— 2	—22	»	»	68
4	— 8	»	»	— 8	»	+ 2	+12	+ 2	72
6	— 4	+16	+ 6	— 4	—14	—14	»	+16	66
9	+ 2	— 8	— 8	+ 2	—18	+32	»	»	52
11	—12	»	»	—22	— 2	+18	»	+18	58
12	+ 8	+ 8	— 2	»	—12	+ 8	—12	»	58
	8	8	7	12	9	15	12	12	
13	+ 6	»	»	+ 6	—24	+16	— 4	— 4	56
16	—20	—10	—10	+40	—10	+10	»	»	50
17	+15	— 5	— 5	+ 5	— 5	— 5	»	»	65
19	+ 3	— 7	— 7	+ 3	»	— 7	— 7	+23	53
21	+11	— 9	— 9	—19	+11	+ 1	+11	»	61
26	+15	— 5	+ 5	+15	+ 5	—25	+ 5	—15	65
27	+ 5	+ 5	—25	+15	—15	+15	»	»	65
28	+ 6	+ 6	—14	+ 6	—24	+16	+ 6	»	56
30	+10	0	+20	—20	—10	—10	+10	»	60
S.									
2	— 7	+ 3	+ 3	—17	»	+ 3	+13	»	63
	10	6	11	15	13	11	8	14	

1924. S.	Paris. Δ₀.	Δ₁.	Δ_c.	Édinb.	Gr.	Tokyo.	Uccle.	Wash.	M.
3	0	+10	−10	+10	»	0	−10	»	70
4	−2	»	»	−2	»	−2	+18	−12	68
9	+17	+7	−3	+7	»	−3	−23	»	67
10	+8	»	»	+18	»	−22	»	−2	68
11	+8	−12	+8	−12	»	−2	+8	»	58
12	+11	+11	+1	+11	»	−19	−9	−9	61
16	−3	+17	−3	−3	»	+7	−3	−13	47
17	+12	»	»	+12	»	−18	»	−8	62
18	+4	»	»	+4	»	−6	+4	−6	54
19	−10	0	0	+10	»	0	»	0	60
	7	9	4	9	»	8	7	7	
20	+7	+7	+17	»	−13	−13	»	−3	57
22	0	+10	+10	+10	−10	0	»	−20	50
23	+13	+3	+3	−7	»	+13	−27	+3	63
24	0	−10	0	0	−10	+10	0	+10	50
25	+11	+1	+1	−9	−9	−9	+11	+1	61
26	+1	−9	+11	+1	−9	+11	»	−9	51
29	−21	+29	+19	−1	−21	−11	»	+9	49
30	0	0	0	0	−10	+20	0	−10	50
O.									
1	0	0	0	»	−10	+20	»	−10	50
2	+3	+3	+3	»	−17	+3	+3	+3	53
	6	7	6	4	12	11	8	8	
3	−2	»	+8	−2	−12	+8	»	»	48
6	0	0	+10	0	−10	+10	»	−10	50
9	+4	+4	+4	+4	−6	−6	+4	−6	54
10	+9	»	+9	−11	−1	−1	−1	»	59
11	+2	»	+2	+2	−18	+12	»	»	52
13	−2	−2	−12	»	+8	−2	»	+8	48
14	+7	−3	−3	+7	−3	−3	»	−3	57
15	+1	+11	+11	+1	−19	+11	»	−19	51
16	+5	+5	+15	»	−15	−5	»	−5	55
17	0	+10	−10	0	0	+10	»	−10	50
	3	5	8	3	9	7	2	9	

1924. O.	Paris. Δ₀.	Δ₁.	Δ_c.	Édinb.	Gr.	Tokyo.	Uccle.	Wash.	M.
18	+3	+3	+23	−17	+3	−7	»	−7	53
20	0	»	»	−10	+10	0	»	»	50
21	−3	+7	−3	−3	»	+7	»	−3	47
22	−7	−7	+3	−7	+13	+3	»	»	43
23	−4	−4	+6	−4	−14	+16	»	+6	46
24	−3	+7	+17	−13	»	−3	»	−3	47
25	−1	−1	−21	−1	−11	+9	»	+29	49
26	+3	+3	−17	+3	+23	−17	»	»	53
27	0	+10	+10	0	−20	+10	»	−10	50
28	+3	−7	−7	−3	»	+3	»	+3	53
	3	5	12	6	13	7	»	9	
29	0	+10	0	0	»	−10	»	0	50
30	−2	−2	−2	−2	»	−2	»	+8	48
31	+8	−2	−2	−2	−2	−2	»	»	58
N									
1	−2	−2	−12	−12	»	+18	»	+8	48
4	0	+10	−10	0	−10	+10	»	»	50
5	+2	+2	−18	»	+12	+12	»	−8	52
6	+6	−14	−4	+6	−4	+16	»	−4	56
7	+4	+4	−6	+4	−6	−6	»	+4	54
8	−2	−12	−12	»	+8	+8	»	+8	68
9	+2	+2	+2	−8	+22	−18	»	»	52
	3	6	7	4	9	10	»	6	
10	+2	»	»	+2	−28	+2	»	+22	52
11	−3	−3	−3	−3	−3	+17	»	»	47
12	−2	+8	−12	+18	−12	−2	»	»	48
13	+3	−7	+3	+3	−17	+3	»	+13	53
14	+6	»	»	+6	−14	−4	»	+6	56
17	+1	−9	+11	−9	−11	−9	»	+1	51
18	+2	»	»	−8	»	+2	»	+2	52
19	−15	»	»	+5	»	+15	»	−5	55
21	+10	+20	0	0	−20	−10	»	0	60
22	+12	−8	−8	+12	−18	+12	»	»	62
	6	9	6	7	15	8	»	7	

1924. N.	Paris. Δ_0.	Δ_1.	Δ_c.	Édinb.	Gr.	Tokyo.	Uccle.	Wash.	M.
23	0	+10	−10	0	0	0	»	»	50
24	−1	+19	−1	−11	+9	−21	»	+9	49
25	−2	+8	»	+8	−12	−2	»	»	48
26	−4	+16	»	−4	»	−4	»	−4	46
28	+1	+1	+1	−9	+1	+1	»	+1	51
29	+10	0	0	−10	0	+10	»	−10	60
D									
1	0	−10	+10	0	»	0	»	0	50
2	+4	−6	+4	+4	−6	+14	−26	+14	54
3	+4	−6	−16	+4	+4	−16	»	+24	54
4	+3	−7	+23	−7	−17	+3	+3	»	53
	4	8	8	6	6	7	14	9	
5	+1	+1	+11	+11	+1	+1	−19	−9	51
6	+1	−9	−19	»	+1	+11	+21	−9	51
8	+3	+13	+3	»	−27	+7	»	+13	53
9	+12	»	+2	»	+2	−8	»	−8	62
10	+7	−3	+7	»	−13	+7	»	3	57
12	0	−20	0	»	+10	»	0	+10	50

1924. D.	Paris. Δ_0.	Δ_1.	Δ_c.	Édinb.	Gr.	Tokyo.	Uccle.	Wash.	M.
13	−2	−12	+8	»	−12	+8	»	+8	48
15	−3	−13	+7	»	−13	+7	»	+17	47
17	−7	+13	+3	−7	+3	−7	»	+3	43
18	+3	»	»	+13	−7	−7	+3	−7	53
	4	10	7	10	9	7	11	9	
19	+5	»	»	+5	−5	−5	»	»	55
20	+14	+4	−16	+14	−6	−16	+4	»	64
22	+1	−9	+1	−9	+1	+11	»	+1	51
23	+3	+13	−7	+3	−17	+13	»	−7	53
26	−7	+3	+3	−7	»	+3	»	+3	43
27	0	0	0	0	−10	+10	»	0	50
28	+5	−5	−5	+5	−5	+5	»	»	55
29	+6	+6	−14	−4	−4	+6	»	+6	56
30	+1	+1	+1	+1	−9	−19	»	+21	51
31	+2	»	»	+2	+2	»	»	−8	52
	4	6	6	5	7	10	4	7	

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET GÉNIE CIVIL. — *Projet de mise en valeur des chutes à créer entre la Méditerranée et la mer Morte : électrification de la Palestine, irrigation et canal de navigation intérieure.* Note (¹) de M. **Édouard Imbeaux.**

Un nouveau procédé d'utilisation de l'énergie que le Soleil projette sur la Terre vient d'être suggéré par un ingénieur français, M. Pierre Gandillon, et semble d'une application plus industriellement réalisable dans certains cas que celui que Mouchot avait proposé en 1869. Il utilise la puissance d'évaporation du Soleil sur de grandes nappes d'eau à basse altitude maintenues à niveau constant par l'apport de masses d'eau équivalentes prises plus haut, la chute ainsi créée produisant l'énergie disponible. Dans ce procédé, la nappe supérieure est constituée par des lacs ou par la mer elle-même et la nappe inférieure par les dépressions naturelles de certains points du globe. Comme ces points sont parfois séparés par

(¹) Séance du 16 juin 1925.

une chaîne montagneuse, le moyen pratique consiste à refouler l'eau de la nappe supérieure dans le petit bras d'un *siphon* qui enjambe l'obstacle et de prélever pour ce refoulement une partie de l'énergie fournie par la chute de l'eau dans le grand bras du siphon aboutissant à la nappe inférieure.

Parmi les dépressions naturelles, citons : la mer Caspienne (— 26), le

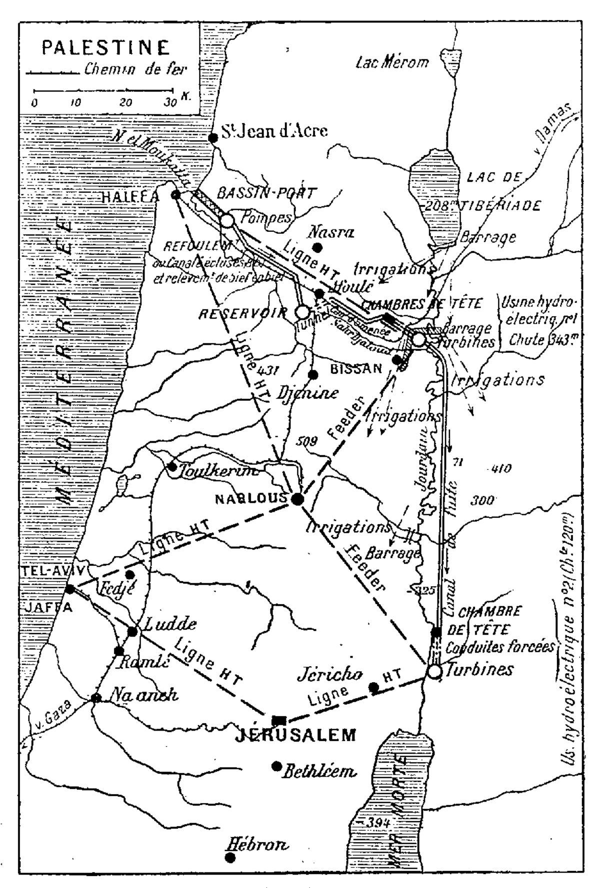


Fig. 1. — Vue en plan.

Salton Sink aux États-Unis (—60), les emplacements des *mers intérieures* des deux Syrtes (Chotts Melrir et Rharsa de — 26 à — 31 en Algérie et Tunisie, région d'Aoudjila à Siouah et au lac Sittrah en Tripolitaine).

Le plus bel exemple dans ce genre est la grande dépression du Ghor (vallée du Jourdain) avec au Nord le lac de Tibériade à — 208 et au Sud la mer Morte à — 394 (voir *fig.* 1). Elle est ouverte dans le Crétacé et paraît dater de l'époque pliocène, où de grands mouvements eurent lieu

dans la région, en même temps que la surrection de roches volcaniques abondantes (basalte des monts de Gelboa). La montagne descend presque à pic sur le Ghor, tandis que le terrain s'incline doucement vers la Méditerranée : le lac de Tibériade est distant du golfe d'Akka de 42^{km}, mais l'altitude entre les deux est grande, en sorte qu'il faudrait un tunnel de presque pareille longueur pour les relier.

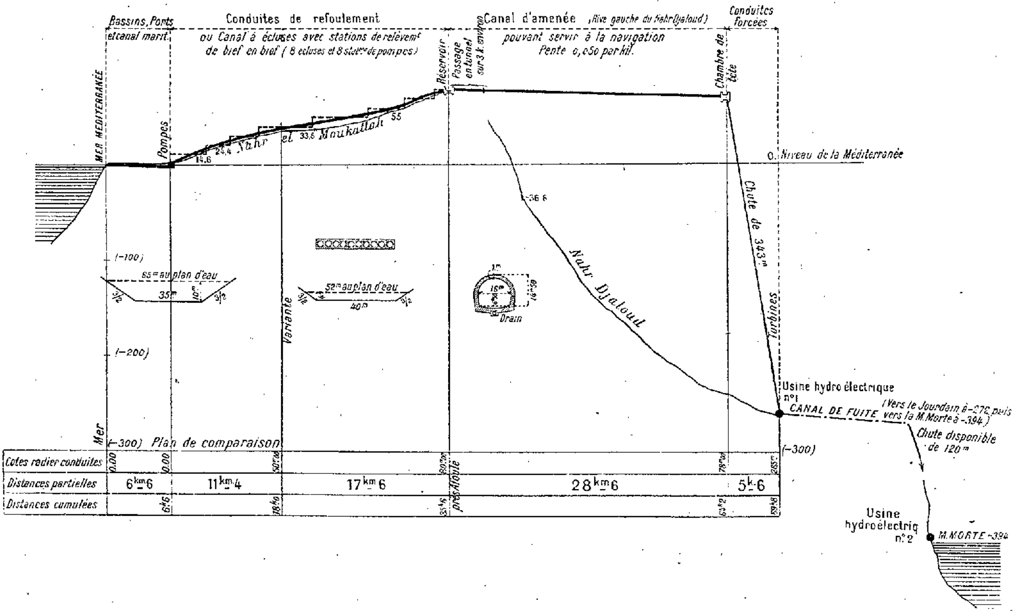


Fig. 2. — Profil en long.

Un peu plus au Sud, il existe un col aux environs de la cote + 100, entre les extrémités des vallées du Nahr-el-Moukattah (vallée d'Esdrelon) et du Nahr-Djaloud : c'est le col de Zérin (ancien Jizréel). Le chemin de fer de Haïffa à Damas, qui suit les deux vallées précitées, passe à ce col et la station d'Afoulé est à environ + 80. C'est le tracé qui est indiqué par la nature pour amener aux moindres frais l'eau de la Méditerranée dans la mer Morte et profiter de l'énorme différence de niveau entre elles. Il est clair en effet que, si nous amenons 1^{l} d'eau à la cote + 80 et qu'il retombe à la cote — 394, il développera 474^{kgm}, sur lesquels on pourra reprendre l'energie nécessaire à l'élévation de 0 à 80 (soit, avec un rendement global de 50 pour 100, environ 160^{kgm}), et qu'il restera disponible $474 - 160 = 314^{kgm}$: l'opération sera donc productive [1] (voir *fig.* 2).

[1] On voit qu'elle le sera quand la chute de la grande branche du siphon sera supérieure à deux fois la hauteur de la petite branche.

En réalité, le résultat à espérer est triple : 1° En partant des bassins du grand port d'Haïffa, on construirait un tronçon de canal maritime suivant le plus longtemps possible au niveau de la mer (par exemple sur 7^{km}) le cours de la rivière : il se terminerait par un grand bassin, nouveau port intérieur où les bateaux de mer pourraient virer. De là partiraient soit des conduites ascensionnelles refoulant l'eau de mer au col de Zérin (10 conduites de $3^m,50$, par exemple), soit plutôt un canal de navigation intérieure (¹) qui pour 8 écluses de 10^m de chute arriverait au bief de partage à la cote + 80 (une station de pompes à chaque écluse remonterait l'eau de bief en bief). Un tunnel de 2^{km} à 3^{km} de long traverserait le col, et à sa suite un canal d'amenée (qui pourrait être navigable), suivant une ligne d'égale et très faible pente sur le versant de gauche du val du Nahr-Djaloud, aboutirait aux chambres de tête des conduites forcées, vers la cote + 78.

2° Ces chambres se trouvant à pic au-dessus du Jourdain, une usine hydraulique serait établie près du fleuve, à environ — 265. La chute utilisable serait de 343^m, et il resterait encore 120^m de chute disponible entre la première usine et la mer Morte (à mettre en valeur par une série d'usines alimentées par un canal à flanc de coteau).

Quel débit conviendrait-il de dériver ainsi ? Aujourd'hui l'évaporation sur la mer Morte enlève entièrement l'apport du Jourdain (qu'on dit pouvoir être en moyenne de 70^{m^3} par seconde), mais elle pourrait enlever davantage (²), comme elle l'a fait autrefois (la présence de terrasses à divers niveaux au-dessus du lac le prouve). En la comptant à raison de $3^m,50$ par an, elle donnerait, pour les 926^{km^2} de surface moyenne de la mer Morte, un volume annuel de 3241000000 de mètres cubes, soit en moyenne 103^{m^3} par seconde. En dérivant 100^{m^3} par seconde de la Méditerranée et les jetant dans le Jourdain (dont les eaux douces seraient dérivées ou retenues comme il va être dit), il ne semble donc pas qu'on troublerait l'équilibre actuel. Cela donnerait une force brute de

$$\frac{100\,000\,(343+120)}{75} = 617\,000 \text{ HP}.$$

(¹) Nous avons indiqué une section qui admettrait les bateaux rhénans de 1200^t ($75^m/11^m/2^m,50$). Aux chambres de tête, extrémité du canal de navigation, on pourrait installer des transporteurs aériens qui descendraient les denrées dans la dépression du Ghor ou inversement.

(²) D'autant plus que si l'on élevait le niveau, l'évaporation s'augmenterait de l'infiltration dans les sables granitiques de la région sud de la mer Morte.

Mais il faut en retrancher l'énergie à envoyer sur les pompes pour relever les 100^{m^3} à 80^m, soit 190 500 HP avec un rendement de 0,56 (1).

L'opération laisserait donc disponible 426000 HP bruts, soit 240000 kilowats utiles au départ des usines. Ce chiffre, qui pourrait être augmenté plus tard, suffirait sans doute pour le moment à l'électrification de la Palestine (chemins de fer, industrie, agriculture).

3° Alors que l'eau de la mer Morte est très salée (240^g de sel par litre), celle du lac de Tibériade et du Jourdain supérieur est douce : il est donc tout indiqué de l'employer à l'irrigation (d'autant plus qu'on pourra facilement la relever par pompes électriques). Il conviendrait d'aménager le lac de Tibériade pour emmagasiner les crues du Jourdain et régulariser le débit, de construire aussi un barrage sur le fleuve au droit de Bissan (avant l'arrivée de l'eau de mer), ainsi que d'autres barrages en des points propices sur les affluents. On devrait pouvoir irriguer de 70000 à 100000 hectares.

Ainsi on obtiendrait un port de mer intérieur suivi d'un canal de navigation intérieure aboutissant au haut de la vallée du Jourdain, le moyen d'irriguer de grandes surfaces, enfin une énergie électrique capable de desservir toute la Palestine.

Ajoutons que deux industriels de Paris ont déposé une demande de brevet d'invention à Londres, délivrée le 19 février 1925 et que, d'accord avec nos amis Anglais, on songe à passer à l'exécution du projet esquissé ci-dessus.

CHIMIE. — *L'hydrate de xénon.* Note (2) de M. de Forcrand.

Dans un travail publié il y a plus de deux ans (3) je faisais connaître un hydrate cristallisé de krypton de formule probable : $Kr + 5H^2O$, obtenu en comprimant ce gaz vers 0° avec une trace d'eau dans un appareil Cailletet.

Je donnais la courbe de dissociation de ce composé, assurément voisin de l'hydrate d'argon découvert par M. Villard, et je concluais que le xénon

(1) En comptant 0,95 pour la ligne, 0,85 pour la dynamo et 0,70 pour la pompe.
(2) Séance du 29 juin 1925.
(3) *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 355.

devait former aussi un composé du même genre, mais beaucoup plus stable.

M. Lepape, qui déjà m'avait confié quelques centimètres cubes de krypton pour ces expériences, ayant bien voulu mettre à ma disposition 8 ou 9^{cm^3} de xénon pur, j'ai pu réaliser l'expérience projetée depuis de longues années.

J'ai constaté tout de suite que l'hydrate de xénon s'obtient avec une extrême facilité.

J'introduis environ $1^{cm^3},5$ de xénon, avec une trace d'eau, dans le tube de l'appareil Cailletet; sous quelques atmosphères de pression, même sans qu'il soit nécessaire d'amorcer la réaction avec un peu de glace, l'hydrate cristallisé se forme immédiatement, tapissant les parois d'une sorte de givre qui, vers 0°, se maintient indéfiniment sous des pressions à peine supérieures à 760^{mm}.

J'ai mesuré les tensions de dissociation, et, après avoir tracé la courbe, j'ai calculé la chaleur de formation (à partir de l'eau liquide) pour chaque intervalle :

Températures.	Atmosphères.	Chaleur de formation.
°		Cal
+ 1,4	1,45	+17,164
+ 5	2,175	+16,504
+ 8	2,987	+18,290
+10	3,76	+17,804
+12	4,69	+19,507
+14	5.955	+18,852
+16	7,500	+19,360
+18	9,444	+19,512
+20	11,89	+17,132
+22	14,50	+18,534
+23,5	17,00	
Moyenne	»	18,266

à + 24° l'hydrate ne se reforme plus, même sous de très fortes pressions; + 24° est donc la température critique de décomposition de l'hydrate. Elle était de + 13° pour le krypton. Cette température est notablement plus élevée que le point critique de liquéfaction du gaz (+ 14°,7), comme il arrivait déjà pour l'hydrate de krypton.

La courbe prolongée un peu au-dessous de + 1°,4 donne une tension de dissociation de 1^{atm} à − 1°,13, soit 271°,87 absolus (j'avais prévu : 262°,6). A 0° C. on aurait $1^{atm},15$.

Ces résultats permettent de fixer à peu près la chaleur de formation à partir de l'eau solide; elle serait de + $8^{Cal},156$. La différence entre 18,266

et 8,156, soit $10^{cal},110$, correspond donc à la solidification de n molécules d'eau. On trouverait ainsi que $n = 6,6\ H^2O$. Il s'agirait donc d'un hydrate à 6 ou 7 molécules d'eau, tandis que j'avais trouvé 5,08 H^2O pour le krypton et 5,5 pour l'argon.

Ce résultat est d'ailleurs un peu incertain, comme tous ceux que j'ai obtenus dans des cas analogues : il semble pourtant que dans cette famille de gaz la valeur de n a tendance à augmenter lorsque le poids moléculaire du gaz augmente. Je préciserai bientôt ce point délicat.

Toujours est-il que la stabilité de l'hydrate, exprimée par la chaleur de formation à partir de l'eau liquide, ou encore par la tension de dissociation à 0°, augmente avec le poids moléculaire du gaz : ainsi l'hydrate de xénon a une tension de $1^{atm},15$ à 0°, l'hydrate de krypton $14^{atm},5$, l'hydrate d'argon $98^{atm},5$. Je n'ai pas obtenu l'hydrate de néon, même sous une pression de 260^{atm} à 0°, et l'hélium ne donnerait sans doute un hydrate à 0° que sous une pression de plusieurs milliers d'atmosphères. La même loi se retrouve pour d'autres familles.

Il est donc probable que l'émanation (ou radon) fournirait encore plus facilement que le xénon un hydrate cristallisé à 6 ou 7 H^2O qui, à 0°, aurait une tension notablement inférieure à 760^{mm} et qui serait aussi stable que l'hydrate de chlore ou l'hydrate de SbH^3 (¹).

Pour l'instant, c'est avec l'hydrate d'hydrogène sulfuré que l'hydrate de xénon a le plus d'analogie au point de vue de la stabilité.

Dans tous les cas la propriété de former des hydrates cristallisés paraît bien générale pour tous les gaz dits inertes ou avalents, et ce sont les seules combinaisons possibles de ces gaz.

NOMINATIONS.

M. M. d'Ocagne est désigné pour faire une lecture, au nom de l'Académie, à la prochaine séance publique annuelle des cinq Académies.

(¹) L'hydrate d'hydrogène antimonié n'a une tension de 760^{mm} qu'à la température de $+ 10°,9$ C. environ.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Géométrie du compas*, par A. Quemper de Lanascol. (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

2° Les 8 premiers fascicules de la *Faune entomologique de l'Indochine française*. Directeur : R. Vitalis de Salvaza. Saïgon. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

Géométrie infinitésimale. — *Courbure et torsion des courbes appartenant à un complexe linéaire ou non*. Note de M. **Bertrand Gambier**, présentée par M. Goursat.

1. M. Lainé signale [1] une erreur de Sophus Lie [2]. Je rappelle quelques résultats classiques : dans un complexe *linéaire h*, toutes les courbes, issues d'un même point P, ont en ce point P la même torsion θ; appelons θ *torsion du complexe linéaire en* P; on peut définir h par un système de vecteurs dont les éléments de réduction sont (A, B, C; L, M, N); θ est le quotient de $AL + BM + CN$ par le carré du moment du système en P. Dans un complexe, *linéaire ou non*, H, toutes les courbes issues de P avec la même tangente PT ont même plan osculateur en P : c'est le plan tangent suivant PT au cône du complexe de sommet P. A ces propositions classiques, Sophus Lie avait cru pouvoir ajouter un résultat, inexact, à savoir que toutes les courbes de H, issues de P avec même tangente PT, auraient même torsion : ceci n'est vrai, comme le montre M. Lainé par des calculs assez laborieux, que si H est *ou linéaire, ou complexe spécial relatif à une développable*. Des considérations géométriques simples mettent en évidence tous ces résultats, avec un résultat complémentaire fondamental : *la torsion et la courbure des courbes du complexe non*

(1) *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 5e série, 3, 1925, p. 300-308.

(2) Sophus Lie und Georg Scheffers, *Geometrie der Berührungstransformationen*, Leipzig (Teubner), 1896, p. 310.

linéaire H, *issues de* P *avec la même tangente* PT, *sont liées en* P *par une même relation linéaire.*

2. Définition nouvelle : appelons *courbure* ρ suivant PT d'un cône de sommet P le quotient de l'angle des plans tangents au cône suivant PT et la génératrice infiniment voisine par l'angle de ces deux génératrices (deux cônes supplémentaires ont donc, suivant les génératrices homologues, chacun la courbure inverse de l'autre). Suivons de P en P′ une courbe du complexe H; abaissons du point fixe O la perpendiculaire sur chaque plan osculateur, elle perce la sphère unité de centre O en un point que j'appelle *indicateur* du plan : l'arc PP′ étant infiniment petit, nous avons la torsion t de la courbe étudiée en divisant le déplacement de l'indicateur par l'arc PP′. Or ce déplacement de l'indicateur résulte de deux causes différentielles : le sommet (x, y, z), P, est venu prendre la position $P'(x+dx, y+dy, z+dz)$ tandis que la direction (a, b, c) de PT est devenue $(a+\delta a, b+\delta b, c+\delta c)$; nous pouvons regarder les causes d et δ comme indépendantes et composer géométriquement les déplacements correspondants de l'indicateur, grâce à cette circonstance heureuse que dx, dy, dz sont proportionnels à a, b, c.

Or la cause d, seule, fait passer de P au point infiniment voisin sur PT sans changer l'orientation de PT; le déplacement de l'indicateur a lieu parallèlement à la normale principale en P de la courbe PP′, le quotient par ds conduit à la torsion θ en P du complexe linéaire h tangent à H le long de PT, complexe que nous pouvons définir par le système de vecteurs $(f'_{l_0}, f'_{m_0}, f'_{n_0}; f'_{a_0}, f'_{b_0}, f'_{c_0})$ si $a_0, b_0, c_0, l_0, m_0, n_0$ sont les coordonnées pluckériennes de PT et si $f(a, b, c, l, m, n)=0$ est l'équation du complexe H. La cause δ, seule, donne encore un déplacement de l'indicateur parallèle à la normale principale en P de PP′, le quotient par ds donne évidemment le produit ρr où ρ est la courbure suivant PT du cône du complexe de sommet P, et r la courbure en P de PP′ : on a le résultat remarquable

$$t=\theta \pm \rho r,$$

où t, r se rapportent à la courbe issue de P tangentiellemnt à PT tandis que θ et ρ ne dépendent que du point P et de la génératrice PT. L'ambiguïté du signe $\pm$ provient de ce qu'en P toutes les courbes étudiées ont même normale principale et que le centre de courbure R peut être situé arbitrairement sur l'une ou l'autre des deux directions issues de P sur cette droite : en orientant cette droite, r serait un nombre positif ou négatif et l'on pourrait ne garder que le signe $+$.

Il est évident que P et PT restant fixes, la torsion t ne reste fixe que si $\rho = 0$, c'est-à-dire si PT est génératrice inflexionnelle. Si toutes les génératrices du cône de sommet P sont inflexionnelles, ce cône se réduit à un plan (ou plusieurs). Si cela a lieu quel que soit P, il faut que le complexe soit linéaire ou spécial et relatif aux droites tangentes à une développable.

Les éléments θ, ρ sont des invariants importants, dans le groupe des déplacements euclidiens, relatifs à chaque point P et chaque élément linéaire PT qui en est issu.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques théorèmes sur le nombre des points singuliers d'une série entière.* Note de M. **Mandelbrojt**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Dans mes travaux précédents j'ai établi plusieurs théorèmes sur les singularités des séries de Taylor qui présentent des lacunes.

Quelques-uns de ces résultats portaient sur la nature des singularités, les autres sur le nombre de ces points.

Au deuxième groupe de théorèmes appartiennent par exemple ceux-ci :

Si la suite λ_n ne contient qu'un nombre fini de multiples d'un nombre p, la série $\Sigma a_n x^{\lambda_n}$ a au moins deux points singuliers sur le cercle de convergence [1] (elle peut n'avoir que deux points singuliers, même si $p > 2$).

Si la suite λ_n ne contient qu'un nombre fini de multiples de k nombres $p_1, p_2, \ldots, p_k$ premiers entre eux, la série $\Sigma a_n x^{\lambda_n}$ a au moins $k+1$ points singuliers sur le cercle de convergence [1].

Enfin si la suite λ_n n'a qu'un nombre fini de multiples de chaque nombre appartenant à une suite déterminée quelconque de nombres premiers p_1, $p_2, \ldots, p_i, \ldots$, la série $\Sigma a_n x^{\lambda_n}$ a un ensemble non réductible des points singuliers sur le cercle de convergence [2].

Tous ces théorèmes peuvent être généralisés très largement, d'après le principe général suivant :

Soit (T) une propriété appartenant aux ensembles de points, telle que, si l'ensemble E la possède, tout ensemble E_L contenant l'ensemble E comme sous-ensemble, la possède aussi.

Alors, si la suite λ_n est telle que l'ensemble de points singuliers de toute

(1) *Sur les séries de Taylor qui présentent des lacunes* (Thèse, *Annales de l'École Normale supérieure*, 40, 1925, p. 413).

(2) *Sur la définition des fonctions analytiques* (*Acta mathematica*, 45, 1924-1925, p. 230).

série $\Sigma a_n x^{\lambda_n}$ possède la propriété (T), l'ensemble de points singuliers de toute série $\Sigma a_n x^{\lambda''_n}$, où la suite λ''_n contient tous les éléments de la suite λ_n, et en outre des éléments λ'''_n qui forment une série $\sum \frac{1}{\lambda'''^s_n}$ $(s < 1)$ convergente, possède également la propriété (T).

On peut ainsi généraliser les théorèmes que je viens de rappeler de la manière suivante [1] :

Si les multiples d'un nombre p — $\lambda_{n_1}, \lambda_{n_2}, \ldots, \lambda_{n_i}, \ldots$, — qui sont contenus dans la suite λ_n, sont tels que la serie $\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda^s_{n_i}}$ (pour un nombre déterminé quelconque $s < 1$) converge la série $\Sigma a_n x^{\lambda_n}$ a, au moins, deux points singuliers sur le cercle de convergence.

Si les $s^{\text{ièmes}}$ puissances (avec une $s < 1$) des inverses des multiples de k nombres $p_1, p_2, \ldots, p_k$ premiers entre eux, $\lambda^{(p_1)}_{n_1}, \lambda^{(p_1)}_{n_2}, \lambda^{(p_1)}_{n_i}, \ldots, \lambda^{(p_2)}_{m_1}, \lambda^{(p_2)}_{m_2}, \ldots, \lambda^{(p_2)}_{m_i}, \ldots, \lambda^{(p_k)}_{s_i}, \lambda^{(p_k)}_{s_i}$, les $\lambda^{(p)}_s$ $(p = p_1, p_2, \ldots, p_k;\ s = n_i, m_i, \ldots, s_i)$ étant contenus dans la suite λ_n, forment k séries convergentes, la série $\Sigma a_n x^{\lambda_n}$ a, sur ce cercle de convergence, au moins $k+1$ points singuliers.

On généralise de la même manière le troisième théorème, en supposant que les $s_i^{\text{ièmes}}$ puissances (avec des s_i, appartenant à p_i, déterminés quelconques, satisfaisant à la condition $s_i < 1$) des inverses des multiples de tous les nombres $p_1, p_2, \ldots, p_i, \ldots$ d'une suite de nombres premiers, ces multiples étant contenus dans la suite λ_n, forment pour chaque p_i $(i = 1, 2, \ldots, k, \ldots)$ une série convergente.

Et ainsi pour tous les théorèmes qui portent sur le nombre des points singuliers.

On ne saura pourtant pas généraliser de la même manière les théorèmes du premier groupe.

Il suffit, pour vérifier cette remarque, de remarquer qu'on peut former une série $\Sigma a_n x^{\lambda_n}$, qui possède des lacunes de largeur croissant indéfiniment et dont les λ_n sont, d'autre part, tels que la suite λ'_n, complémentaire à la suite λ_n, forme une série $\sum \frac{1}{\lambda'^s_n}$ convergente [2].

---

(1) En réponse d'une lettre, dans laquelle j'ai communiqué mes résultats, M. Montel m'a suggéré la manière de les formuler, laquelle j'ai adopté, qui est plus élégante que celle que j'ai voulu donner avant, et qui permet, comme le remarque M. Montel, de prévoir des autres généralisations : quelle doit être la croissance de la suite λ_{n_i} pour que les théorèmes qui suivent soient vrais ?

(2) *Loc. cit.* (*Annales de l'École Normale*, 40, 1923, p. 425). Cette série n'admet qu'un seul point singulier dans tout le plan.

En effet, toutes les séries de cette nature admettent, sur le cercle de convergence au moins, un point singulier [1] qui n'est pas un pôle, ce qui n'a pas lieu pour toutes les séries $\Sigma a_n x^n$.

ASTRONOMIE. — *Sur un cycle luni-solaire de 744 années, divisé en 2 périodes de 372 années et 4 semi-périodes de 186 années.* Note de M. **Jules Gabriel**, présentée par M. Bigourdan.

Au cours de recherches sur la Physique du globe, j'ai été conduit à constater l'existence d'un cycle luni-solaire de 186 ans comprenant 10 révolutions du nœud ascendant de l'orbite lunaire et 2300,5 lunaisons, de sorte que la période de 372 années s'imposait. La possibilité de comprendre dans le cycle un nombre exact de périodes undécennales de la variation du magnétisme terrestre me fit doubler cette période et j'obtins ainsi un cycle astronomique de 744 années.

En effet, 744 années tropiques de $365^j 5^h 48^m 45^s,98$ font un total de $271.740^j 4^h 2^m 9^s,12$, soit approximativement $271.740^j,2$.

Or cette période comprend :

9202 révolutions synodiques de la Lune, soit

$$(29^j 12^h 44^m 2^s,8) \times 9202 = 271.740^j 11^h 17^m 25^s,6 = 271.740^j,5;$$

9946 révolutions tropiques de la Lune, soit

$$(27^j 7^h 43^m 4^s,7) \times 9946 = 271.740^j 10^h 57^m 6^s,2 = 271.740^j,5;$$

9986 révolutions draconitiques de la Lune, soit

$$(27^j 5^h 5^m 35^s,8) \times 9986 = 271.741^j 5^h 28^m 18^s,8 = 271.741^j,2;$$

9862 révolutions anomalistiques de la Lune, soit

$$(27^j 13^h 18^m 33^s,1) \times 9862 = 271.742^j 23^h 16^m 32^s,2 = 271.743^j;$$

40 révolutions du nœud ascendant de l'orbite lunaire, soit

$$6793^j,5 \times 40 = 271.740^j;$$

67 périodes de la variation des taches solaires et du magnétisme ter-

[1] Voir notre théorème (*loc. cit.*, p. 417). C'est l'impossibilité de généraliser ce théorème de la manière indiquée plus haut que montre notre exemple.

restre. Ces périodes paraissant comprises entre 11ª 1/10 et 11ª 11/100, 67 d'entre elles font un total approximatif de 744 années.

Le cycle n'est pas exactement fermé au point de vue astronomique. Mais son application visant spécialement la Physique du globe on peut remarquer que, après 744 années, on retrouvera, avec une très grande approximation, le retour périodique des positions respectives du Soleil, de la Terre et de la Lune, en ce qui concerne les éléments suivants : déclinaison du Soleil, — phases de la Lune, — obliquité de l'orbite lunaire sur l'équateur, — distance de la Terre à la Lune et au Soleil, — état d'activité des taches solaires et du magnétisme terrestre.

Ces éléments étant les principaux qui, dans l'état actuel de nos connaissances, paraissent capables de modifier les courants atmosphériques, on peut émettre l'hypothèse qu'un certain retour périodique des éléments météorologiques se produira après 744 années.

Le cycle de 744 années se divise en deux périodes de 372 années. Chacune d'elles comprend :

372 années, soit approximativement	135.870ʲ,1
4601 révolutions synodiques de la Lune, soit	135.870,2
4973 révolutions tropiques de la Lune, soit	135.870,2
4993 révolutions draconitiques de la Lune, soit	135.870,4
4931 révolutions anomalistiques de la Lune, soit	135.871,5
20 révolutions du nœud ascendant de la Lune, soit	135.870

Il est intéressant de constater que, ce nombre 135.870 étant un multiple de 7, la période comprend un nombre exact de semaines. Au point de vue physique, cette période ne correspond plus avec les phases d'activité solaire ; à un maximum correspond un minimum. Toutefois, les caractéristiques du temps dans nos régions dépendent principalement de la marche des dépressions, c'est-à-dire de la situation respective des anticyclones et des basses pressions. Or, si l'on admet l'hypothèse que les actions lunaires ont une influence prépondérante sur le déplacement des anticyclones, on peut espérer retrouver après 372 ans une certaine périodicité des phénomènes atmosphériques.

Le même raisonnement peut s'appliquer à la semi-période de 186 années. On voit qu'elle comprend 10 révolutions du nœud ascendant de l'orbite lunaire et un nombre de lunaisons égal à 2300,5. Après cet intervalle de temps, la Lune se retrouve aux mêmes dates dans une position opposée à la première : à une conjonction correspond une opposition et réciproquement. La comparaison avec le phénomène des marées rend vrai-

semblable une périodicité atmosphérique de 186 années, moins nettement marquée que celle de 372 ans et surtout celle de 744 années, mais plus facilement vérifiable.

ÉLASTICITÉ. — *Sur les problèmes d'élasticité à deux dimensions.* Note de M. **Kolossoff**, présentée par M. Mesnager.

Dans deux Notes précédentes [1], M. de Belaevsky a donné la solution du problème d'une poutre rectangulaire fléchie et obtenu les expressions des tensions d'une enveloppe cylindrique qui contiennent trois constantes arbitraires. Nous démontrons ces résultats par la méthode de la variable complexe [2] et nous l'appliquons à un grand nombre de problèmes analogues. En acceptant les notations de M. de Belaevsky et de nos Notes, nous aurons les formules

$$2T + i(N_1 - N_2) = -\frac{iz_1}{2}\varphi'(z) + F(z), \tag{1}$$

$$N_1 + N_2 = \frac{1}{2}\{\varphi(z) + \varphi_1(z_1)\}, \tag{2}$$

$$4\mu(v - iu) = -\frac{iz_1}{2}\varphi(z) + \int F(z)\,dz + i\frac{\lambda + 3\mu}{2(\lambda + \mu)}\int \varphi_1(z_1)\,dz_1, \tag{3}$$

où $F(z)$, $\varphi(z)$ sont deux fonctions de la variable $z = x + iy$ et z_1, φ_1, ... sont les z, φ, ... quand i est changée en $-i$. En remarquant que

$$(z_1)_{y=c} = x - ic = (z - 2ci)_{y=c}$$

et

$$4(N_2 + iT) = z_1\varphi'(z) + \varphi(z) + \varphi_1(z_1) + 2iF(z), \tag{4}$$

nous pouvons satisfaire aux conditions $T = N_2 = 0$ pour $y = c$, $T = 0$ pour $y = -c$ du problème de M. de Belaevsky en posant

$$m\varphi(z) = C_1 \sin mz + iC_0 \cos m(z) \quad (^3),$$
$$-2iF(z) = (z - 2ci)\varphi'(z) + \varphi(z) + \varphi_1(z - 2ci) \tag{5}$$

---

(1) *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1047; **177**, 1923, p. 253.

(2) *Comptes rendus*, **146**, 1908, p. 522; **148**, 1909, p. 1242, et nos Mémoires : *Sur l'application de la variable complexe au problème plan d'élasticité* (en russe), Dorpat, 1909; *Ueber einige Eigeinschaften des ebenen Problems...* (*Z. f. M. u. P.*, **62**, 1914); *Sur la distribution des efforts...* (*Bulletin de la Société mathématique de Moscou*, **29**, 1913).

(3) La simplicité de la solution dépend du choix convenable de $\varphi(z)$; cette forme a été proposée pour la flexion d'une poutre par M. Belzecki en 1905 (*Annales de l'Assemblée des Ingénieurs russes*). En posant $\varphi(z) = C_1 \cos mz + iC_0 \sin mz$, nous arrivons à la solution de M. Ribière (*Comptes rendus*, **126**, 1898, p. 402 et 1190).

et

$$C_1 = \frac{(2cm + \mathrm{sh}\,2mc)\,\mathrm{sh}\,mc}{(2cm + \mathrm{sh}\,2mc)\,\mathrm{ch}\,mc} C_0 \quad (^1),$$

v_1, N_1, N_2 auront la forme $\sqrt{(y)}\sin mx$ et, en posant $m = \frac{k\pi}{l}$ (k entier), nous arrivons à la solution de M. de Belaevsky.

En posant $\varphi(z)$, $F(z)$ égaux à des polynomes entiers en z nous aurons la solution de M. Mesnager [2] et en posant

$$\psi(z) = \frac{-\alpha i}{z}, \qquad F(z) = -\frac{\alpha}{z}\left(\alpha = \frac{P}{\pi}\right),$$

la solution de M. Flamant [3]

$$N_1 = -\frac{2yx^2\alpha}{r^4}, \qquad N_2 = -\frac{2y^3\alpha}{r^4}, \qquad F = -\frac{2xy^2\alpha}{r^4};$$
$$4\frac{\mu}{\alpha}(v + iu) = \frac{y^2 - x^2 + 2ixy}{r^2} - 2\log r \frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu} - i\theta \frac{2\mu}{\lambda + \mu}.$$

Récemment, M. Mesnager a publié [4] une méthode élémentaire élégante pour trouver les tensions intérieures dans un disque, sollicité sur son contour par des forces données.

Une méthode analytique, fondée sur les formules (1), ..., (3), est établie dans nos Mémoires et réduit le problème à deux problèmes de Dirichlet. Elle exige que les forces, appliquées au contour, soient en équilibre (leur somme géométrique et la somme géométrique de leurs moments s'annulent). Une autre méthode, analogue à la méthode de M. Mesnager fondée sur les propriétés des intégrales, analogues à celle de Cauchy [5], a été proposée

(1) *Au lieu de :*

$$K_3 = c\frac{cm - \mathrm{sh}\,2mc}{cm + \mathrm{sh}\,2mc}, \qquad K_2 = c\frac{\mathrm{sh}\,mc}{\mathrm{sh}\,mc}, \qquad K_1 = K_2 K_3$$

(page 1049 de la Note de M. de Belaevsky), *il faut lire :*

$$K_3 = c\frac{2cm - \mathrm{sh}\,2mc}{2cm + \mathrm{sh}\,2mc}, \qquad K_2 = c\frac{\mathrm{sh}\,mc}{\mathrm{ch}\,mc}, \qquad K_1 c^2 = K_2 K_3.$$

(2) *Comptes rendus*, **132**, 1901, p. 1475.

(3) *Comptes rendus*, **114**, 1892, p. 1465.

(4) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 979.

(5) $\frac{1}{2\pi i}\int_C \frac{f_1 + if_2}{\zeta' - \zeta_1} d\zeta'$ où $\zeta = \xi + i\eta$ désigne une variable complexe, C le contour du disque, ζ' un point variable sur C, f_1 et f_2 deux fonctions réelles de l'arc du contour C; dans l'intégrale de Cauchy, f_1 et f_2 ne sont pas indépendantes puisque $if_1 + f_2$ représente la valeur d'une fonction holomorphe à l'intérieur de C le long de ce contour.

par nous avec M. Mouschelišvele (¹) pour le cercle et étendue par lui à un grand nombre de problèmes analogues (²).

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Au sujet de l'utilisation des combustibles liquides.* Note de M. **P. Dumanois**, présentée par M. G. Kœnigs.

Nous avons indiqué précédemment qu'une des possibilités particulièrement intéressantes que laissait entrevoir l'utilisation dans un moteur à haute compression, c'est-à-dire économique, des différents combustibles que l'on pouvait rencontrer, sans aucun changement organique du moteur, et sans autre modification qu'un réglage du carburateur lorsqu'on passe d'un combustible à un autre.

A la demande de l'Office National des Combustibles liquides, nous avons effectué un essai pratique pour vérifier le bien-fondé de cette hypothèse.

Cette expérience a été réalisée avec une voiture ayant un moteur de 12 HP, 4 cylindres, de 75^{mm} d'alésage et 130^{mm} de course, d'un poids total d'environ 1600^{kg} en ordre de marche, le régime du moteur étant de 2000 tours pour une vitesse de 70^{km} à l'heure.

Cette voiture avec la compression 4,6 du modèle de série, fonctionnant à l'essence, n'avait jamais consommé moins de $13^{l},5$ aux 100^{km}, et n'avait pu dépasser en palier la vitesse de 80^{km}. La compression avait été portée à 6 par modification des pistons. Dans ces conditions, un parcours d'environ 1100^{km} a été effectué en trois jours, en utilisant successivement : l'alcool méthylique pur, le carburant national (essence 50 pour 100, alcool éthylique 50 pour 100), de nouveau l'alcool méthylique, puis de l'essence avec 20 pour 100 de pétrole lampant et 2 pour 1000 de plomb tétra-éthyl, et enfin, un mélange d'essence et de 30 pour 100 de pétrole lampant avec la même proportion d'antidétonant.

Les résultats sont les suivants :

(¹) *Annales de l'Institut électrotechnique à Petrograd*, 12, 1915, p. 39.

(²) *Applications des intégrales analogues à celle de Cauchy à quelques problèmes de la physique mathématique*, Tiflis, 1922.

Alcool méthylique.

Parcours total	544^{km}
Consommation totale	119^{l}
Consommation aux 100^{km}	22^{l}
Vitesse maximum en palier	80^{km}
Vitesse moyenne	46^{km},700

Carburant national.

Parcours total	414^{km}
Consommation totale	48^{l}
Consommation aux 100^{km}	11^{l},6
Vitesse maximum en palier	85^{km}
Vitesse moyenne	50^{km}

Essence et 20 pour 100 de pétrole lampant.

Parcours total	86^{km}
Consommation totale	11^{l}
Consommation aux 100^{km}	12^{l},7
Vitesse maximum en palier	93^{km}
Vitesse moyenne	62^{km}

Essence et 30 pour 100 de pétrole lampant.

Parcours total	120^{km}
Consommation totale	14^{l}
Consommation aux 100^{km}	11^{l},7
Vitesse maximum en palier	90^{km}
Vitesse moyenne	55^{km}

Le passage d'un combustible à l'autre a eu lieu sans aucune modification qu'un changement de gicleur, opération effectuée sur route et qui n'a pas demandé en moyenne plus de 3 minutes.

En ce qui concerne le cas particulier de l'alcool méthylique, dont l'intérêt est considérable, puisqu'on peut envisager dès maintenant la possibilité de sa production en grande quantité par voie synthétique, en partant de l'oxyde de carbone, le fonctionnement du moteur est excellent; à signaler seulement, une particularité intéressante de ce combustible, c'est, qu'employé à l'état anhydre, il donne lieu à la compression 6 et avec la forme de la chambre de combustion du moteur employé, au phénomène d'auto-allumage sans détonation.

Il est possible de remédier très simplement à cet inconvénient, en ajoutant à l'alcool anhydre une certaine quantité d'eau; avec une proportion de 5 pour 100, le phénomène disparaît et la régularité de marche est excel-

lente avec, cependant, une légère baisse de puissance par rapport au fonctionnement à l'essence, consécutive au réglage adopté. Il est à noter d'ailleurs que si la consommation en volume aux 100^{km} atteint presque le double de celle réalisée avec l'essence mélangée de pétrole, la consommation en calories est légèrement inférieure.

En résumé, cet essai confirme pleinement les hypothèses émises sur les possibilités de réaliser, avec la compression 6, un moteur susceptible d'utiliser sans modification les différents combustibles liquides volatils que l'on peut rencontrer, y compris l'essence mélangée de pétrole par l'emploi d'antidétonant.

MAGNÉTISME. — *Anomalie réversible des cupronickels dans le domaine de l'état paramagnétique.* Note [1] de M. **P. Chevenard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans le Mémoire *Application des alliages spéciaux à la pyrométrie* [2], j'ai étudié une anomalie réversible du pouvoir thermo-électrique des cupronickels, indépendante de celle qui accompagne la transformation magnétique de ces alliages. Les courbes qui représentent la variation thermique du pouvoir thermo-électrique s'incurvent vers 450°, et ce changement de direction est surtout marqué pour les alliages dont le titre est voisin de 50 pour 100 Cu. A la même température, les courbes dilatométriques accusent une légère modification d'allure et les courbes résistivité-température, un coude bien net.

Je me suis proposé l'étude quantitative de ce phénomène, qui s'apparente évidemment aux anomalies des laitons β [3] et des bronzes d'aluminium α [4]. La manifestation dilatométrique étant trop faible pour être mesurée avec une précision suffisante, les recherches ont porté sur l'anomalie de la résistivité. A cette occasion, j'ai entrepris, au laboratoire des aciéries d'Imphy, une nouvelle détermination de la résistivité des cupronickels dans l'intervalle compris entre — 195° et + 1000°.

---

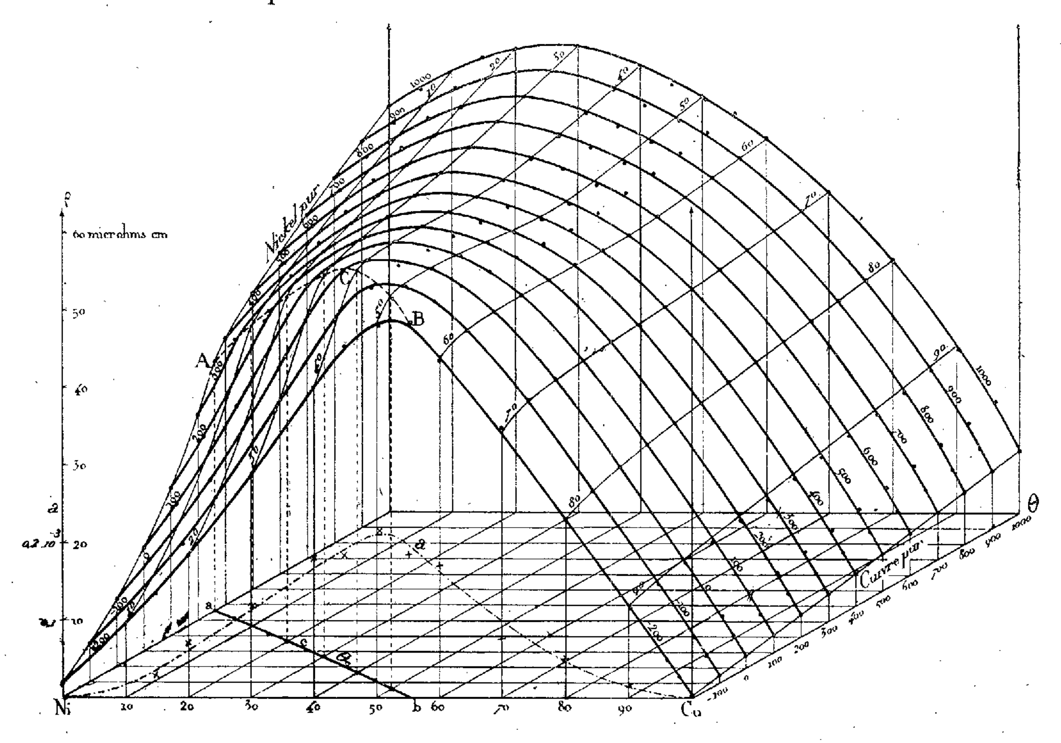
(1) Séance du 29 juin 1925.

(2) P. Chevenard, *Comptes rendus du Congrès de chauffage industriel*, 1, 1923, p. 157.

(3) Hiroshi Imai, *Diagramme d'equilibre du système cuivre-zinc* (*Comptes rendus du Congrès scientifique international de Liége*, 1922 : Section de Métallurgie, p. 579).

(4) P. Chevenard, *Comptes rendus*, 180, 1925, 1927.

Les alliages, préparés à partir de nickel Mond très pur et de cuivre électrolytique, ont été additionnés de 0,5 pour 100 de manganèse, afin d'assurer le forgeage. Leur étude a été effectuée au moyen d'un enregistreur (¹) qui inscrit sur une plaque sensible la variation thermique de la résistance électrique d'un barreau-échantillon.



Le diagramme en perspective, reproduit ci-dessus, résume les résultats de ces expériences. Il groupe les courbes résistivité-température (ρ, θ) tracées en coordonnées obliques pour des alliages dont les teneurs en cuivre croissent de 10 en 10 pour 100, et les isothermes résistivité-concentration pour des températures échelonnées de $-200°$ à $+1000°$. Les données utilisées pour l'isotherme de $-200°$ ont été obtenues en prolongeant au-dessous de 195° les courbes enregistrées : la netteté de celles-ci permet d'effectuer sans erreur sensible cette extrapolation de faible amplitude.

(¹) P. Chevenard, *Nouvelles applications du pyromètre à dilatation à l'analyse thermique des alliages.* (*Comptes rendus du Congrès scientifique international de Liége*, 1922 : Section de Métallurgie, p. 49).

1° Dans le nickel et les cupronickels ferromagnétiques, la transformation magnétique se traduit, comme on le sait, sur la courbe (ρ, θ), par un coude très apparent. La ligne ABC, lieu des points de plus forte courbure, jalonne un pli de la surface résistivité-température-concentration. La projection *acb* de cette ligne sur le plan température-concentration n'est autre que la courbe des points de Curie θc. En traversant la ligne ACB, les isothermes subissent elles-mêmes un changement de direction : ce fait paraît avoir échappé à l'attention de quelques-uns des physiciens qui ont étudié les propriétés électriques des cupronickels.

Quand la température s'abaisse, le maximum des isothermes devient de plus en plus aigu ; en même temps, l'abscisse de ce maximum se déplace vers la droite et paraît tendre vers le titre de l'alliage dont la formule est Cu Ni (52,0 pour 100 Cu).

2° Dans le domaine de l'état paramagnétique, les courbes (ρ, θ) présentent entre 400° et 500° le changement de direction signalé plus haut. La méthode adoptée pour analyser quantitativement ce phénomène est identique à celle que j'ai utilisée pour étudier l'anomalie dilatométrique des bronzes d'aluminium α.

Entre 400° et 500°, le coefficient vrai de thermorésistivité $\frac{1}{\rho}\cdot\frac{d\rho}{d\theta}$ des cupronickels éprouve un rapide accroissement : l'amplitude a de cet accroissement caractérise l'intensité de l'anomalie, et la position de celle-ci est repérée par la température du point d'inflexion de la courbe qui représente $\frac{1}{\rho}\cdot\frac{d\rho}{d\theta}$ en fonction de la température.

Les valeurs de l'amplitude a ont été portées sur la figure, dans le plan de l'isotherme de $-200°$; la courbe a est tracée en traits et points.

3° La température du point d'inflexion est d'environ 450° pour tous les alliages : aucune hystérésis n'est sensible à la précision de mes mesures.

4° L'amplitude a est nulle pour le nickel et le cuivre purs. A partir de l'un ou de l'autre de ces métaux, a augmente proportionnellement à une puissance supérieure à l'unité de la proportion de l'élément ajouté : cette croissance accélérée a déjà été notée pour l'anomalie dilatométrique des bronzes d'aluminium α.

Le maximum de la courbe a correspond à une teneur en cuivre un peu supérieure à 50 pour 100 ; son abscisse paraît coïncider avec le titre de l'alliage Cu Ni.

5° L'anomalie des cupronickels paramagnétiques ne correspond probablement pas à un changement de phase et peut être rapprochée de l'anomalie des substances ferromagnétiques, des ferronickels réversibles en particulier. La solution solide Cu-Ci est le siège d'une réaction physico-chimique réversible, qui commence à basse température et s'achève vers 450°. Dans le domaine de température où elle est active, elle détermine une diminution anomale de la résistivité qui, au voisinage de 50 pour 100 Cu, arrive à compenser l'accroissement thermique normal; d'où, le « constantan » dont la résistivité est sensiblement indépendante de la température entre 0° et 400°. Dès que la réaction est terminée, au delà de 450°, la courbe (ρ, θ) reprend son allure ascendante normale.

Faits intéressants à rapprocher, l'anomalie des ferronickels réversibles atteint sa plus grande intensité dans l'alliage Fe^2Ni et celle des cupronickels dans l'alliage CuNi.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le spectre magnétique des rayons β du radium E.* Note de Mlle **Irène Curie** et de M. **Jean d'Espine**, présentée par M. Jean Perrin.

On sait que le rayonnement émis par le radium E se compose principalement : 1° d'une émission de rayons β dont le spectre magnétique est une bande continue, intense, de vitesse élevée; 2° d'un faible rayonnement γ (1), (2) relativement pénétrant, dont le coefficient massique d'absorption est

$$\frac{\mu}{\rho} = 0,092$$

dans l'aluminium. Le radium E n'émet ni groupes intenses de rayons β, ni fort rayonnement γ.

Danysz (3) a trouvé, comme vitesses limites de la bande principale, $\beta = 0,94$ et $\beta = 0,70$ (β, rapport de la vitesse des rayons à la vitesse de la lumière); il a signalé l'existence d'un faible rayonnement de vitesse plus grande, entre $\beta = 0,99$ et $\beta = 0,94$.

Nous avons repris l'étude du spectre de rayons β du radium E au moyen

(1) Rutherford et Richardson, *Phil. Mag.*, **26**, 1913, p. 324.
(2) Irène Curie et G. Fournier, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1301.
(3) Danysz, *Annales de Chimie et de Physique*, **30**, 1913, p. 241.

d'un appareil à déviation directe. Les résultats expérimentaux concordent remarquablement avec ceux qui ont été obtenus par Danysz avec un appareil à foyer.

Dispositif expérimental. — L'appareil à déviation magnétique est celui qui a été utilisé par l'un de nous [1] pour les spectres de rayons β de MsThII, du Th(B + C) et du Ra(B + C) : un faisceau étroit de rayons β déterminé par une source linéaire et une fente étroite en plomb parallèle à la source tombe sur une plaque photographique placée à quelques centimètres de la fente. Le champ magnétique, de l'ordre de 100 à 400 gauss, est mesuré à la balance Cotton. Les poses sont faites dans le vide.

Pour certains clichés on avait recouvert la plaque photographique d'un écran d'aluminium de $0^{mm},5$ d'épaisseur; les rayons β étudiés traversent aisément cet écran et l'on obtient ainsi des clichés beaucoup plus clairs par suite de l'élimination de radiations secondaires parasites et des rayons α provenant de traces de polonium ayant contaminé l'appareil.

Sources de rayonnement. — Le radium E était extrait d'une préparation de radium D mélangé à quelques milligrammes de plomb, par une cristallisation dans l'acide nitrique concentré, procédé déjà décrit par l'un de nous [2]; il était ensuite déposé sur une étroite languette de cadmium, ou précipité avec un peu d'aluminium et disposé dans une gouttière étroite d'aluminium; dans tous les cas il ne restait avec le radium E qu'une quantité très faible de plomb et de radium D; le poids de matière était très faible et ne devait pas produire d'absorption notable sur le rayonnement β rapide étudié (à titre d'exemple, la couche de matière pour l'une des sources devait être inférieure à 4^{mg} par centimètre carré).

Résultats expérimentaux. — La bande principale de rayons β du radium E est très nettement délimitée du côté des grandes vitesses pour $\beta = 0,936$ et se termine d'une manière imprécise vers $\beta = 0,70$ du côté des faibles vitesses; la bande présente un palier d'intensité maximum entre $\beta = 0,86$ et $\beta = 0,80$. L'aspect que l'on observe pourrait s'interpréter par l'existence de deux bandes d'intensité peu différente se recouvrant partiellement, l'une bien délimitée des deux côtés et s'étendant de $\beta = 0,936$ à $\beta = 0,80$, l'autre, moins bien délimitée, s'étendant de $\beta = 0,86$ à $\beta = 0,70$. On observe un rayonnement β très faible pour des vitesses de l'ordre de $\beta = 0,50$, mais il est difficile d'affirmer que ces rayons ne sont pas dus à des effets parasites.

---

(1) YOVANOVITCH et D'ESPINE, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 184.

(2) IRÈNE CURIE et G. FOURNIER, *loc. cit.*

Il existe un faible rayonnement β de vitesse supérieure à celle de la bande principale; ces rayons ne forment pas une raie unique : c'est un groupe de raies ou une bande, de vitesse comprise entre $\beta = 0{,}986$ et $\beta = 0{,}97$.

		Hρ.	β.	V énergie en volts.
Groupe de raies ou bande faible		10000 à 7000	0,986 à 0,97	2500000 à 1700000
Bande principale :	forte	4500	0,936	9360000
	très forte	2900	0,86	500000
	assez forte	2240	0,80	340000
Traces de rayonnement		1640	0,70	200000
		1000	0,50	80000

PHOTOCHIMIE. — *Sur le mécanisme de la photosynthèse de l'acide chlorhydrique dans le spectre visible.* Note (¹) de M. J. **Cathala**, présentée par M. Jean Perrin.

Pour rendre compte du rôle joué, dans la photosynthèse de l'acide chlorhydrique dans le spectre visible, par la vapeur d'eau, dont la présence a été démontrée indispensable par ses collaborateurs Tramm et Jung, Coehn (²) a proposé la série de réactions couplées :

$$Cl^2 + h\nu = 2\,Cl, \qquad OH + H^2 = H^2O + H,$$
$$Cl + H^2O = HCl + OH, \qquad H + Cl^2 = HCl + Cl.$$

Ce mécanisme ne nous paraît pas conforme aux résultats expérimentaux : pour une expérience (³) le nombre de quanta absorbés (⁴) par seconde est 6.10^{12}, la quantité d'acide chlorhydrique formée est de 16.10^{16} molécules; on a en présence 12.10^{12} atomes de chlore et $3{,}3.10^{12}$ molécules d'eau. Le nombre des rencontres entre atomes de chlore et molécules d'eau est

$$k \times 12.10^{12} \times 3{,}3.10^{12} = k \times 40.10^{24},$$

(¹) Séance du 29 juin 1925.

(²) Coehn et Tramm, *Zeit. f. phys. Ch.*, 105, 1923, p. 356; *Ber. d. chem. Ges.*, 56, 1923, p. 697; Coehn et Jung, *Zeit. f. phys. Ch.*, 110, 1923, p. 705.

(³) Coehn et Jung, *loc. cit.*, p. 718.

(⁴) Bodenstein, *Zeit. f. phys. Ch.*, 85, 1913, p. 351; Göhring, *Zeit. f. Electroch.*, 27, 1921, p. 511.

tandis que le nombre des rencontres des atomes de chlore entre eux est

$$k' \times 12.10^{12} \times 12.10^{12} = k' \times 144.10^{24}.$$

Le rapport de ces deux quantités qui représente une limite supérieure pour la quantité d'acide chlorhydrique formée suivant le schéma de Coehn, est inférieur à l'unité tandis que l'expérience impose une valeur de 10000. Au schéma de Coehn, en désaccord avec l'expérience, nous proposons de substituer le mécanisme suivant :

La molécule d'eau étant un dipôle à moment électrique élevé, nous devons considérer que, dans l'espace avoisinant, le champ électrique subit des modifications intenses, en raison desquelles les molécules voisines peuvent prendre une configuration particulière, les rendant plus aptes à réagir (1); seules, les rencontres à l'intérieur de cette sphère d'action de la vapeur d'eau seraient efficaces.

Il nous paraît nécessaire d'admettre que le rayon de cette sphère d'action est proportionnel à l'intensité lumineuse. Le nombre de ces sphères d'action est proportionnel au nombre des molécules d'eau présentes si celui-ci est petit, et doit atteindre très vite une limite quand la concentration croît. Nous représenterons ainsi cette action catalytique de la vapeur d'eau :

$$\varphi(H^2O) = \frac{kI[H^2O]}{M + [H^2O]^n} = KI \begin{cases} I, \text{ intensité lumineuse;} \\ k, M, n, \text{ constantes;} \\ n \geq 1. \end{cases}$$

Considérons maintenant nos atomes de chlore formés par réaction purement photochimique, au milieu du mélange des molécules d'hydrogène, de chlore et d'oxygène. Nous pourrons avoir les réactions suivantes :

(I) $Cl + H^2 = HCl + H,$

(II) $Cl + Cl^2 = Cl^3 + 2^{Cal},5,$

(III) $Cl + O^2 = ClO^2 + 3^{Cal}.$

Les valeurs des chaleurs de dissociation de H^2 et Cl^2 étant imprécises, nous ne pouvons affirmer quel est le sens du phénomène thermique de la première de ces réactions, mais nous pensons qu'elle est endothermique et ne se produit pas. L'existence du *chlorozone* ne semble plus devoir être contestée (2). Nous pensons que l'efficacité des rencontres entre atomes de

(1) Coehn et Tramm, *loc. cit.*, p. 358.

(2) Venkataramaiah, *Journ. of Phys. Ch.*, 27, 1923, p. 74; Bodenstein, *Zeit. f. phys. Ch.*, 110, 1924, p. 414.

chlore et molécules de chlore ou d'oxygène est grande et que ces réactions nous donnent un équilibre constamment atteint. Nous aurons [1]

$$[Cl^3] = k_1[Cl][Cl^2],$$
$$[ClO^2] = k_2[Cl][O^2].$$

La formation d'acide chlorhydrique serait catalysée par la vapeur d'eau et suivrait la réaction

$$Cl^3 + H^2 = 2\,HCl + Cl + 41^{Cal} \qquad (\text{const.} : k_4 = KI).$$

Nous aurons finalement, pour tout le système, les réactions principales suivantes :

$$\begin{array}{ll} Cl^2 + h\nu = 2\,Cl & [Cl] = k_0 I^{\frac{1}{2}}[Cl^2]^{\frac{1}{2}}, \\ Cl + Cl^2 = Cl^3 & (\text{const.} : k_1), \\ Cl + O^2 = ClO^2 & (\text{const.} : k_2), \\ Cl^3 + O^2 = ClO^2 + Cl^2 & (\text{const.} : k_3), \\ Cl^3 + H^2 = 2\,HCl + Cl & (\text{const.} : k_4). \end{array}$$

Nous en tirerons pour la cinétique de la formation de l'acide chlorhydrique :

$$\frac{d[HCl]}{dt} = k_4.[Cl^3][H^2] = \frac{k_0 k_1 k_4 I^{\frac{1}{2}}.[Cl^2]^{\frac{3}{2}}.[H^2]}{[O^2][k_1 k_3[Cl^2] + k_2 k_4[H^2] + k_2 k_3[O^2]]}$$
$$= \frac{K'.I^{\frac{3}{2}}.[Cl^2]^{\frac{3}{2}}.[H^2]}{[O^2][K_1[Cl^2] + K_2 I[H^2] + K_3[O^2]]}.$$

Cette formule s'accorde très bien avec les résultats expérimentaux de Mme Chapman [2]. Nous ne connaissons sur l'influence de l'intensité lumineuse sur la vitesse de la réaction que les expériences de Baly et Barker [3], dont les résultats vérifient la proportionnalité inattendue à $I^{\frac{3}{2}}$, proportionnalité qui est restée inaperçue de ces auteurs :

V (vitesse).	I (intensité).	V : I.	V : I².	V : $I^{\frac{3}{2}}$.
0,38	0,10	3,80	38,0	12,2
0,85	0,20	4,25	21,2	9,44
1,72	0,35	4,91	14,0	8,30
2,69	0,48	5,62	11,7	8,13
4,80	0,66	7,27	11,1	8,95
6,00	0,73	8,32	11,2	9,63

(1) Nous désignons toujours par [Cl²] .... les concentrations de la molécule correspondante.

(2) Chapman, *J. Chem. Soc.*, **123**, 1923, p. 3062.

(3) Baly et Barker, *J. Chem. Soc.*, **119**, 1921, p. 653.

On peut dire que l'accord est très satisfaisant et y trouver une justification de nos hypothèses : l'action catalytique de la vapeur d'eau serait proportionnelle à l'intensité lumineuse et s'exercerait à distance pour rendre efficaces les rencontres entre molécules d'hydrogène et molécules de chlorozone formées à partir des atomes de chlore par une réaction purement thermique, pratiquement instantanée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un phénomène d'adsorption intense présenté par le phosphate tricalcique.* Note de MM. **Pierre Jolibois** et **Jacques Maze-Sencier**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans un précédent travail (¹), l'un de nous a étudié, au moyen d'un appareil nouveau, la précipitation systématique des phosphates de calcium obtenue par mélange rapide de solutions d'acide phosphorique et de chaux. Il est possible, de cette manière, de préparer du phosphate tricalcique, en saturant instantanément une solution de chaux par une solution d'acide phosphorique, dont les concentrations sont dans le rapport théorique P^2O^5, $3CaO$.

Le but de cette Note est de montrer à quels résultats on est conduit, en augmentant les quantités de chaux dans les liquides précipitants.

I. Si l'on mélange instantanément une solution étendue de chaux (expériences faites avec solutions contenant $1^g,16$ et $0^g,720$ par litre) avec des solutions phosphoriques de teneur décroissante de manière à réaliser les rapports depuis $P^2O^5, 3\,CaO$ jusqu'à $P^2O^5, 14\,CaO$, on obtient un précipité, qui se dépose au bout de peu de temps et correspond, d'après l'analyse, exécutée immédiatement, à du phosphate tricalcique presque pur. Le plus grand écart (obtenu avec le mélange $P^2O^5, 14\,CaO$) correspond au rapport $\frac{CaO}{P^2O^5} = 3,5$.

II. En laissant le précipité en contact avec l'excès d'eau de chaux qui a servi à la précipitation, on remarque au bout de 48 heures, une adsorption très importante.

Mélange d'une solution de chaux à $1^g,16$ par litre avec une solution de PO^4H^3 *de titre variable.*

Rapport $\frac{CaO}{P^2O^5}$ dans les liquides à mélanger.	4	6	8	10	12	14
Rapport $\frac{CaO}{P^2O^5}$ dans le précipité	3,48	3,77	3,75	3,65	4,0	4,50

(¹) *Comptes rendus*, **169**, 1919, p. 1095 et 1161.

III. Nous avons observé un autre phénomène : si l'on traite du phosphate tricalcique fraîchement précipité par de l'eau de chaux, le précipité qui s'était déposé spontanément reste après agitation sous forme d'une solution colloïde stable.

Au bout d'un mois de séjour dans un récipient en verre cette solution coagule, la composition du précipité est la même que celle du précipité laissé en contact sans agitation pendant 48 heures dans de l'eau de chaux de même composition. L'adsorption est donc totale au bout de 48 heures.

IV. Nous avons voulu vérifier si cette propriété d'adsorption de la chaux par le phosphate tricalcique n'était propre qu'au solide précipité. Nous sommes partis de phosphate tricalcique pur calciné à 1000°; en pulvérisant finement ce dernier et en l'agitant pendant 48 heures avec de l'eau de chaux nous avons pu fixer sur lui une quantité de chaux correspondant 0,41 molécule. La suspension ainsi obtenue se dépose complètement au bout de 40 heures.

On peut se demander si cette fixation de la chaux libre sur le phosphate tricalcique et le phénomène corrélatif de suspension colloïdale ne peuvent pas éclairer le mécanisme de la diffusion de l'acide phosphorique dans certains sols.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la solubilité du saccharose.* Note de M. **P. Mondain-Monval**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Les solutions aqueuses de saccharose ont été l'objet d'un grand nombre de recherches expérimentales destinées à appuyer les conséquences de la théorie des solutions étendues : lois de la pression osmotique, des abaissements du point de congélation, etc. Dans quelle mesure ce composé organique en présence de sa solution saturée obéit-il à la loi de dissolution? c'est ce qu'il m'a paru intéressant de déterminer.

Mes premières mesures ont porté sur la chaleur de dissolution limite L du saccharose. J'ai donné précédemment [1] les méthodes et techniques utilisées. Comme je l'ai indiqué, je déterminais L de deux façons différentes, l'une directe et l'autre indirecte.

Dans la première méthode, on dissout à une même température du

---

[1] P. Mondain-Monval, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 301, et *Annales de Chimie*, **3**, 1925, p. 72-190.

saccharose dans des solutions aqueuses de ce composé de plus en plus concentrées en se rapprochant le plus possible de la saturation. On construit ensuite la courbe des effets thermiques en fonction de la concentration des solutions et l'on extrapole pour la concentration de saturation. Voici les valeurs obtenues relatives à la température de 18°.

Concentration en sucre (%)	0.	23.	29.	40.	50.	60.
Q (calories)	−0,92	−1,12	−1,20	−1,39	−1,53	−1,72

d'où par extrapolation pour la solution saturée à 18°, soit à 66,5 pour 100 de saccharose :

$$L = -1^{cal},84.$$

La méthode indirecte utilise la relation

$$L = Q - D - E$$

(Q, chaleur de dissolution initiale; D, chaleur de dilution; E, chaleur d'addition).

La détermination de ces trois quantités m'a donné

$$Q = -0^{Cal},92, \quad D = +0^{Cal},47, \quad E = +0^{Cal},36.$$

Ces deux dernières quantités sont positives, la dilution par l'eau d'une solution saturée de sucre s'effectuant avec dégagement de chaleur.

D'où

$$L = -1^{Cal},76.$$

L'écart entre les deux valeurs expérimentales de L n'a rien qui doive surprendre, car les chaleurs de dissolution du saccharose dans l'eau pure comme dans ses sirops sont très faibles. Dans mes expériences l'abaissement de températnre était d'environ 0°,09, et l'erreur commise dans son appréciation relativement considérable.

Le i des solutions saturées a été calculé au moyen de mesures de tensions de vapeur de solutions de concentrations diverses à deux températures voisines de la température ambiante.

Je donne ici les valeurs des tensions observées en millimètres de Hg.

	Poids de saccharose dans 100g H^2O			
$t°$.	0g.	150g.	200g.	220g.
31°,6	$34^{mm},87$	$30^{mm},68$	$29^{mm},43$	»
47°,3	$80^{mm},45$	$72^{mm},68$	$69^{mm},86$	$68^{mm},66$

On en a déduit

$$i = 1,79.$$

En dernier lieu, j'ai tracé expérimentalement la partie de la courbe de solubilité du saccharose comprise entre 0° et 30°. Malgré l'importance industrielle de semblables déterminations il n'existe, dans la littérature, qu'un très petit nombre de données, relativement anciennes, dont les plus récentes sont dues à Herzfeld (1). Mes déterminations de solubilité ont été effectuées au thermostat. L'agitation, d'une durée de 24 heures, avait lieu en deux périodes avec un repos de 15 heures pendant la nuit. La teneur en saccharose des solutions saturées était appréciée au polarimètre. J'ai pu constater que la saturation était obtenue beaucoup plus rapidement en partant d'une solution presque saturée agitée en présence d'un excès de sucre qu'en partant d'une solution saturée à plus haute température, la sursaturation des solutions de saccharose ne disparaissant que très lentement même en présence de germes, et d'autant plus lentement que la température est plus basse et la solution plus visqueuse.

Voici les solubilités obtenues (moyennes de trois expériences) :

	Température.			
	0°,9.	15°,8.	25°,6.	30°,5.
Gr. de saccharose dans 100g H^2O....	180g,5	196g,0	210g,5	218g,0

Ces chiffres sont en très bon accord avec les résultats expérimentaux d'Herzfeld (1) et les complètent, ces derniers n'étant qu'au nombre de 6 entre 0° et 100°.

Au moyen de ces données et de la formule classique de solubilité

$$500\,\mathrm{L}\,\frac{d\mathrm{T}}{\mathrm{T}^2} + i\,\frac{d\mathrm{C}}{\mathrm{C}} = 0,$$

on peut calculer la valeur théorique de L. On trouve

$$\mathrm{L} = -1^{\mathrm{Cal}},77 \text{ à } 18^\circ.$$

L'écart qui existe entre les valeurs de L mesurées ($1^{\mathrm{Cal}},84$ et $1^{\mathrm{Cal}},76$) et calculées ($1^{\mathrm{Cal}},77$) est dû aux erreurs expérimentales, en particulier aux mesures calorimétriques.

J'ai déterminé enfin par cryoscopie quelques points de la courbe de glace dont voici les coordonnées :

Température..................	−4°,03	−10°,42	−12°,46	−13°,68	−17°,08
Gr. de sacch. dans 100g H^2O.	60,0	130,0	150,0	164,0	200,0

En traçant au moyen de ces données les courbes de saccharose et de

(1) HERZFELD, *Z. S. des Ver. Rübenzuck. Ind.*, 181, 1892, p. 17.

glace, on obtient pour leur intersection

$$-13°,9 \quad \text{et} \quad 166^g.$$

Ce sont les coordonnées du point eutectique des solutions aqueuses de saccharose.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Révision de la compressibilité du chlorure de méthyle et poids moléculaire de ce gaz.* Note [1] de M. T. **Batuecas**, présentée par M. Daniel Berthelot.

La bibliographie concernant la compressibilité, ou ce qui revient au même, de l'écart à la loi d'Avogadro du gaz chlorure de méthyle, est autrement étendue que celle qui a trait à son poids de litre normal. On y relève en effet pour le facteur $(1+\lambda)$ plusieurs données, même d'une grande précision, dues notamment à MM. Leduc [2], G. Baume [3], Holst [4], Kammerlingh Onnes et Zakrzewski. Toutefois, la seule détermination qui ait été faite réellement à la température de 0° est celle de M. G. Baume, qui, en opérant par la méthode indirecte du ballon, est arrivé à la valeur $1+\lambda = 1,0227$ [5].

De même que pour nos précédentes recherches sur le gaz oxyde de méthyle [6], nous avons déterminé le facteur $(1+\lambda)$ du gaz chlorure de méthyle par la mesure directe de la compressibilité. L'appareil utilisé étant celui qui a été décrit lors des recherches sur l'oxyde de méthyle, il n'y a pas lieu d'y revenir. Nous rappellerons seulement que le volume de l'*espace nuisible* du baromètre-manomètre est de $2^{cm^3},613$, et que les volumes (en centimètres cubes) des cinq ampoules renfermant la masse gazeuse en expérience sont :

Numéro de l'ampoule	1	2	3	4	5
Volume en centimètres cubes	66.367	33,785	31,962	75,606	72,147

(1) Séance du 22 juin 1925.
(2) A. Leduc, *Recherches sur les gaz*, 1898.
(3) G. Baume, *J. Ch. phys.*, 6, 1908, p. 1.
(4) Holst, *Thèse*, Zurich, 1914.
(5) Ce que M. Baume a déterminé en réalité est $A_0^1 = 0,02215$. Mais il est aisé de voir que la relation bien connue entre les facteurs A_0^1 et $(1+\lambda)$ permet de calculer la valeur de ce dernier, ci-dessus indiquée.
(6) T. Batuecas, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 565.

Les mesures de pression ont été faites à $\pm 0^{mm},01$ près, et à l'aide du même cathétomètre et du même mètre étalon (tous deux construits par la Société Génevoise) qu'on avait employés pour les recherches concernant l'oxyde de méthyle. Enfin, nous signalerons que, au moyen d'un joint plat, en verre rodé, et d'une pince de serrage, le ballon N-3 pouvait être fixé à l'appareil de compressibilité; ce ballon étant plein de chlorure de méthyle, dont la pureté avait été contrôlée au préalable par une mesure densité, on pouvait rincer et remplir l'appareil avec du gaz tout à fait pur. Les mesures, proprement dites, ont été réalisées à la température de la glace fondante et dans le moins de temps possible, ceci étant essentiel pour la bonne réussite des expériences.

Pour les détails opératoires, la conduite d'une expérience et les calculs, nous renvoyons aux précédents Mémoires plus étendus, que sur le même sujet nous avons publiés. En ce qui concerne, notamment, le calcul du facteur $(1 + \lambda)$, nous indiquerons seulement qn'on a procédé à des extrapolations linéaires pour chaque paire de pressions, comme lors de nos précédentes recherches.

Nous donnons ci-dessous les résultats des cinq séries ou remplissages qui ont été faits. Pour les quatre premières séries on a employé le chlorure de méthyle préparé par l'action du trichlorure de phosphore sur l'alcool méthylique; par contre, avec le gaz obtenu par la décomposition thermique du chlorure de tétraméthylammonium, il n'a été possible que de faire une seule série, par suite d'un accident survenu où s'est cassé l'appareil. Voici, à titre d'exemple, les résultats du premier remplissage :

p.	*v*.	*pv*.	$1+\lambda$.
750,85	69,038	51837,2	
			1,0251
507,77	102,907	52253,1	
			1,0228
388,65	134,867	52416,1	
			1,0222
249,90	210,473	52597,2	
			1,0219
186,41	282,605	52680,4	

Les quatre remplissages restants, dont on trouvera le détail dans le Mémoire complet qui paraîtra sous peu, donnent des successions analogues pour les valeurs de $(1 + \lambda)$:

Deuxième remplissage.......	1,0252	1,0233	1,0228	1,0220
Troisième »	1,0243	1,0237	1,0224	1,0223
Quatrième »	1,0247	1,0232	1,0232	1,0221
Cinquième »	1,0244	1,0237	1,0231	1,0224

De même que pour le cas du gaz oxyde de méthyle, *la compressibilité, ou,*

ce qui revient au même, le facteur $(1+\lambda)$, *diminue d'une façon caractéristique quand la pression baisse*. Un autre fait qu'on peut également signaler tout particulièrement, est que si l'on prend pour le facteur $(1+\lambda)$ la moyenne des valeurs obtenues par extrapolation linéaire de l'intervalle correspondant aux deux pressions élevées (soit de 1 et $\frac{2}{3}$ atm. environ dans notre cas) on obtient pour l'écart à la loi d'Avogadro du gaz chlorure de méthyle la valeur

$$1+\lambda = 1,0247,$$

qui est nettement plus élevée (de $\frac{1}{512}$ environ) que celle que M. G. Baume a déterminée.

A l'aide de cette valeur et de celle que nous avons trouvée pour le poids du litre normal, on calcule pour le poids moléculaire du chlorure de méthyle la valeur

$$M = \frac{22,414 \times 2,3084}{1,0247} = 50,493,$$

d'où, en retranchant $C = 12,000$, et $3H = 3,023$, on obtient pour le poids atomique du chlore la valeur

$$Cl = 35,470,$$

qui ne s'écarte que de $\frac{2,8}{10000}$ de la moyenne $Cl = 35,46$ des meilleures déterminations chimiques et physico-chimiques modernes. Ce résultat apporte une nouvelle preuve de ce que la loi des densités limites de M. Daniel Berthelot est rigoureusement valable dans tous les cas, pourvu qu'on tienne compte de la variation de la compressibilité avec la pression.

A l'aide de la valeur trouvée pour l'écart à la loi d'Avogadro du gaz chlorure de méthyle, et au moyen de la relation bien connue $1+\lambda = \frac{1}{1-A_0^1}$, on calcule pour l'écart de compressibilité entre o et 1^{atm} la valeur

$$A_0^1 = 0,0241,$$

et pour le coefficient de compressibilité par millimètre dudit gaz la valeur $31,7 \times 10^{-6}$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude du déplacement de quelques acides organiques de leur sel de sodium par voie de conductibilité électrique*. Note de M. J. **Bureau**, présentée par M. G. Urbain.

On connaît l'intérêt de la méthode de Dutoit permettant de déterminer par voie de conductibilité électrique l'acidité libre ou l'acidité combinée

d'une solution. L'acidité combinée peut être évaluée, dans le cas de sels sodiques d'acides faibles, en ajoutant progressivement de l'acide chlorhydrique dans la solution aqueuse du sel dont on détermine la conductibilité après chaque addition; les courbes obtenues en portant en abscisses le nombre de centimètres cubes de HCl et en ordonnées une quantité proportionnelle à la conductibilité présentent de brusques changements de direction, les abscisses correspondantes servent d'indications titrimétriques.

J'ai appliqué cette méthode aux déplacements de quelques acides organiques de leurs sels sodiques, non encore étudiées à ma connaissance. J'ai trouvé que le déplacement total des acides propionique et butyrique était indiqué en prolongeant les parties rectilignes des courbes et prenant l'abscisse du point d'intersection, avec une erreur relative de $\frac{1}{100}$ tant que la concentration du sel dans la solution à étudier n'est pas inférieure à $\frac{N}{400}$; l'erreur relative passe à $\frac{4}{100}$ pour une solution de propionate $\frac{N}{1000}$ et à $\frac{5}{100}$ pour une solution de butyrate $\frac{N}{1000}$.

La courbe de déplacement de l'acide malonique du malonate neutre de sodium ne m'a indiqué que la formation du malonate acide avec une erreur qui est déjà de $\frac{3}{100}$ pour un malonate $\frac{N}{50}$; cette erreur croît de façon générale avec la dilution.

La courbe de déplacement de l'acide glutarique du glutarate de sodium $\frac{N}{100}$ présente un changement de direction qui correspond à une erreur relative de $\frac{52}{1000}$ au déplacement total de l'acide.

Si l'on fait un déplacement sur le mélange de deux sels de monoacides différents (acétate et propionate) ou d'un monoacide et d'un biacide (acétate + succinate) la courbe n'indique que le déplacement total des acides; pour le premier mélange l'erreur relative et $\frac{15}{1000}$, pour le deuxième mélange elle est de $\frac{35}{1000}$.

J'ai constaté en outre que pour les acides dont la constante d'affinité est inférieure ou égale à 10^{-4}, l'erreur relative peut être diminuée en ajoutant progressivement à la solution chlorhydrique diluée la solution concentrée de sel sodique de l'acide étudié. Pour un propionate $\frac{N}{10}$ ajouté à un HCl $\frac{N}{1000}$, le déplacement total est indiqué avec une erreur relative de $\frac{3}{1000}$.

En employant un acétate $\frac{N}{10}$ on obtient le chiffre théorique. Kolthoff [1] qui a étudié le déplacement à cette concentration par addition de HCl dans l'acétate obtient une erreur relative de $\frac{1}{100}$. J'ai d'ailleurs trouvé, en reprenant ce déplacement étudié seulement sur des solutions diluées jusqu'à $\frac{N}{100}$, que l'erreur $\frac{1}{100}$ s'observe encore pour dissolutions $\frac{N}{400}$ d'acétate, mais passe à $\frac{4}{100}$ puis $\frac{75}{1000}$ pour des solutions $\frac{N}{1000}$ et $\frac{N}{4000}$. Ajoutant du tartrate $\frac{N}{1}$ à HCl dilué, l'erreur relative faite sur le déplacement total de l'acide est $\frac{12}{1000}$; ajoutant du citrate $\frac{N}{2}$ à HCl $\frac{N}{400}$ la formation du malonate acide est indiquée avec le chiffre théorique. Par contre ajoutant un succinate $\frac{M}{8}$ à HCl $\frac{N}{400}$ le déplacement total est indiqué avec une erreur de $\frac{5}{100}$.

En résumé, on peut connaître la quantité d'acide combiné dans un sel, pour les monoacides ayant une constante d'affinité $\leqq 10^{-5}$ avec une erreur relative de $\frac{1}{100}$ tant que la dilution ne dépasse pas une molécule dans 400^{l}. L'erreur relative est diminuée si l'on ajoute la solution du sel progressivement dans l'acide fort servant au déplacement; cette manière d'opérer conduit seule à une détermination exacte pour des acides de force moyenne ($K = 10^{-4}$).

Pour les biacides à fonctions, l'une faible ($K_2 = 10^{-5}$), l'autre forte ou moyenne ($K_1 = 10^{-2}$ ou 10^{-3}), le déplacement d'une seule acidité est indiqué avec une erreur relative qui varie de $\frac{2}{100}$ à $\frac{4}{400}$; la solution du sel sodique étant ajoutée à HCl, la courbe indique très exactement la formation du sel acide.

Pour les biacides dont les deux fonctions sont faibles mais voisines ($K_1 = 10^{-5}$, $K_2 = 10^{-6}$), la courbe indique le déplacement total de l'acide avec une erreur relative par défaut de $\frac{5}{100}$ à $\frac{6}{100}$ quand on opère sur une solution de sel $\frac{N}{100}$. Ajoutant le sel dans l'acide HCl la formation du sel neutre est indiquée avec une erreur de $\frac{5}{100}$ par excès.

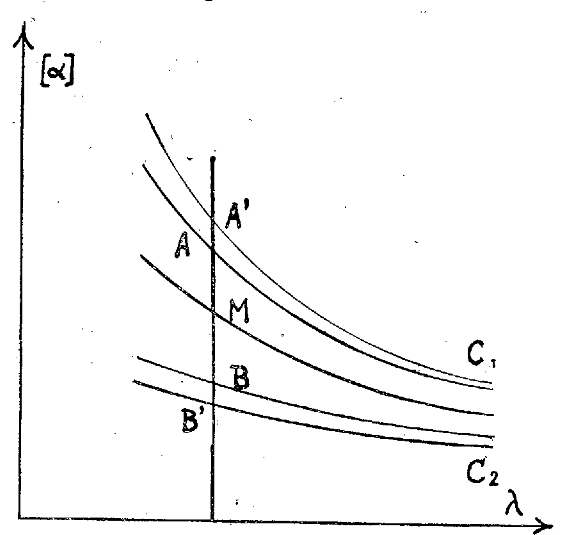
---

(1) *Zeitschr. f. anorg. Chemie*, **111**, 1920, p. 97.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'influence des dissolvants sur les pouvoirs rotatoires.* Note (1) de M. **René Lucas**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons montré, M. Haller et moi, l'action importante des dissolvants sur les pouvoirs rotatoires des alcoylcamphres.

Les courbes de pouvoirs rotatoires spécifiques $[\alpha]$ en fonction de la longueur d'onde, dans trois solvants A, B, C, possèdent la propriété suivante, le rapport $\frac{\delta}{\Delta} = \frac{[\alpha]_A - [\alpha]_B}{[\alpha]_A - [\alpha]_C}$ est constant, indépendant de la longueur d'onde. Cette constance est assez bien vérifiée dans les cas que nous avons signalés, elle se vérifie encore mieux si, au lieu de prendre trois solvants différents le solvant B est constitué par un mélange de A et de C. Dans ce dernier cas le rapport $\frac{\delta}{\Delta}$ semble constant aux erreurs près. Cette propriété des courbes de dispersion peut s'interpréter comme suit : Le corps mis en solution est capable de prendre deux formes moléculaires distinctes, chacune possédant un pouvoir rotatoire et une dispersion déterminés.



Sous l'action des différents solvants la proportion relative de ces deux formes est variable et pour chacun d'eux nous avons un équilibre déterminé par l'état du système (concentrations, température).

(1) Séance du 29 juin 1925.

Nous pouvons, sous certaines réserves, préciser la signification physique du rapport $\frac{\delta}{\Delta}$.

Soient C_1 et C_2 (voir la figure) les courbes des pouvoirs rotatoires spécifiques des espèces 1 et 2 en fonction de la longueur d'onde. Ces espèces 1 et 2 constituant, par leur mélange en proportions variables, les différents corps actifs dans les dissolvants employés.

Soient A la courbe $[\alpha](\lambda)$ dans le solvant A, et B celle de $[\alpha](\lambda)$ pour le solvant B, M la courbe pour un solvant intermédiaire. Si p_1 et p_2, n_1 et n_2, π'_1 et π'_2 sont les poids par unité de volume des corps 1 et 2 aux points M, A et B, un calcul simple montre, en appliquant la loi de Biot, que si

$$\frac{\delta}{\Delta}=\frac{\alpha_A-\alpha_M}{\alpha_A-\alpha_B}$$

on a la relation

$$\frac{\delta}{\Delta}\left(\frac{\pi'_2}{\pi'_1+\pi'_2}-\frac{\pi_2}{\pi_1+\pi_2}\right)+\frac{\pi_1}{\pi_1+\pi_2}=\frac{p_2}{p_1+p_2}.$$

Si le corps dissous ne forme pas de composés avec le dissolvant et s'il ne se polymérise ou ne se dissocie pas nous pouvons écrire

$$\frac{p_2}{p_1+p_2}=\frac{n_2}{n_1+n_2}=a\frac{\delta}{\Delta}+b,$$

n_1 et n_2 étant les concentrations en molécules 1 et 2 et a et b deux constantes positives.

Nous avons observé des changements de pouvoirs rotatoires assez notables non seulement dans le cas des alcoylcamphres mais aussi avec les dialcoylcamphres (diméthylcamphre, dibenzylcamphre), citons aussi les corps suivants : le fenchol et la fénone. L'étude que nous avons faite de l'isobornéol dans des mélanges alcool éthylique et benzène ainsi que du fenchol dans des mélanges alcool-benzène nous a montré que, en fonction de la concentration x en benzène, on avait

$$\frac{\delta}{\Delta}=\frac{x(a-x)}{b(c-x)},$$

les courbes présentant une forme hyperbolique très accusée. Dans le cas du benzylcamphre on obtient encore une courbe d'aspect hyperbolique pour le mélange benzène-cyclohexane et une courbe sensiblement rectiligne pour le mélange cyclohexane-sulfure de carbone en fonction de la teneur en cyclohexane.

Une étude des pouvoirs rotatoires du camphre dans le benzène, le cyclo-

hexane et le mélange de ces dissolvants semble pouvoir expliquer par les considérations précédentes les influences des dissolvants.

Camphre 1^g *dans* 50^{cm^3}.

λ en U.Å.	6708	6103	5890	5780	5460	4602	4358
$[\alpha] C^6H^6$	27,2	35,8	40,0	42,5	51,7	100,6	128,9
$[\alpha] C^6H^{12}$	41,7	54,1	60,2	63,6	76,0	140,1	175,1
$[\alpha] C^6H^6$ et C^6H^{12}	34,8	45,3	50,8	54,08	65,09	121,05	153,8
$\frac{\delta}{\Delta}$	0,47	0,48	0,46	0,45	0,45	0,48	0,46

EMBRYOGÉNIE. — *Mécanisme de la rupture de l'opercule branchial lors de la métamorphose des Batraciens anoures.* Note de **M. A. Weber**, présentée par M. Henneguy.

Chez la plupart des Anoures les membres antérieurs se forment sur la paroi interne de l'espace péribranchial, recouvert par l'opercule déjà soudé à la paroi du corps et ne laissant subsister qu'un étroit passage médian ou latéral, le spiraculum. Au moment de la métamorphose les membres en question traversent la membrane operculaire. On croyait autrefois que l'orifice ainsi formé était le résultat d'une mue, la chute de l'épiderme amenant la perforation de l'opercule. Ultérieurement on admit qu'il s'agissait d'une véritable résorption de ce dernier, due à la pression exercée par la proéminence du coude; la membrane s'amincissant, les mouvements du membre finissent par amener une déchirure qui lui permet d'apparaître à la surface du corps.

H. Braus a constaté expérimentalement que l'orifice operculaire se produit également en l'absence totale du membre correspondant; il a supposé que, dans le cours de la phylogenèse, l'allongement caudal de l'opercule et la nécessité d'utiliser le membre antérieur au moment de la métamorphose, ont déterminé, dans cette membrane operculaire, une perforation ou une échancrure, fixées ensuite comme caractère anatomique héréditaire. La corrélation primitive, entre l'orifice de l'opercule et le développement du membre antérieur, aurait ainsi complètement disparu. Wintrebert, examinant des têtards chez qui le membre en question a été détruit peu de temps avant la métamorphose, admet que l'opercule se déchire à ce stade à la suite de la tension provoquée par la régression intestinale et le déplacement cranial de la ceinture scapulaire.

J'ai montré [1], il y a deux ans, que la perforation de la membrane operculaire au moment de la métamorphose des Batraciens anoures ne correspond pas plus à un processus mécanique qu'à l'acquisition de caractères transmis héréditairement. L'opercule branchial ne se perfore jamais lorsque, dans la destruction expérimentale plus ou moins complète du membre antérieur, toute trace de peau munie de glandes a disparu du revêtement de la cavité péribranchiale.

La nécessité absolue de la présence de ces glandes cutanées pour la perforation de l'opercule, en l'absence du membre correspondant, m'a permis de supposer qu'il y avait là un phénomène de digestion. Les glandes de la peau des Anoures n'entrent en action qu'au moment de la métamorphose; elles sécrètent alors un venin muqueux fortement cytolytique. La compression exercée par le membre antérieur gênant les observations sur le mécanisme de la rupture operculaire, j'ai étudié plus spécialement ce phénomène chez des têtards de *Bombinator igneus* rendus expérimentalement tripodes.

L'action de cette sécrétion glandulaire porte d'abord sur la substance intercellulaire amorphe et non colorable du mésenchyme embryonnaire compris entre les deux épithéliums de l'opercule. Sous la couche profonde de l'épiderme il n'y a dans cette zone aucune trace de derme, développé partout ailleurs et reconnaissable à sa colorabilité par la fuchsine acide. Les cellules du lophioderme ne présentent au point où se fera la perforation aucune manifestation de dégénérescence, mais leur substance intercellulaire devient granuleuse et se teinte par le vert lumière. Il se produit alors un véritable tactisme, analogue à celui que l'on observe dans la formation des fentes branchiales, qui rapproche l'épiderme operculaire de l'endothélium péribranchial. Le lophioderme s'affaisse et, par suite de la digestion totale de sa substance intercellulaire, n'est plus représenté que par une mince couche cellulaire interposée entre les deux épithéliums.

Les phénomènes suivants se passent avec la plus grande rapidité; pour les entrevoir il faut les rechercher sur les têtards, chez qui les glandes cutanées de la cavité péribranchiale sont en nombre très restreint, deux par exemple, ce qui semble être le *minimum efficace* amenant la perforation de l'opercule. Les cellules épidermiques dégénèrent et tombent en même temps que la mince lamelle de lophioderme, l'endothélium péribranchial se désagrège ensuite. Une seule glande à venin muqueux est capable de déterminer la chute de l'épiderme et du conjonctif embryonnaire, mais

---

[1] *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 657.

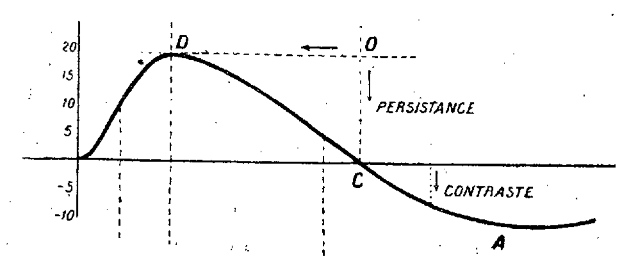
dans ce cas l'endothélium de la cavité péribranchiale persiste, il y a seulement un amincissement considérable de l'opercule, mais pas de perforation.

La rupture operculaire est hâtée par la pression du coude lorsque le membre antérieur est en place; la forme de l'orifice est en rapport étroit avec celle de la surface cutanée péribranchiale, dont la sécrétion glandulaire amène une véritable digestion de l'opercule.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le rapport entre la persistance visuelle et la perception du relief dans la projection.* Note (¹) de M. **Daponte**, présentée par M. d'Arsonval.

Le problème de la persistance dépend de la physique psychobiologique qui est elle-même l'étude des degrés de la sensation et de sa durée. Ces phénomènes complexes appartiennent donc directement au domaine de la psychophysique.

Si l'on fixe longtemps une lumière blanche on a, après fixation, sensation subjective de noir; cette réaction contraire est proportionnelle à la sensi-



bilité. Si le temps nécessaire et suffisant à la naissance de l'impression est un peu dépassé, il y a oscillation entre deux sensations consécutives de noir et de blanc, c'est-à-dire antagonisme entre le contraste et la persistance de l'impression. Ces impressions persistantes sont des sensations positives, mais de signe contraire à celui des sensibilités au temps par lesquelles a passé le sujet au cours de l'établissement de la sensation. La courbe de la persistance et du contraste peut être représentée comme ci-dessus (Ch. Henry).

On peut établir aussi les courbes de la persistance en fonction du temps

(¹) Séance du 22 juin 1925.

comme des réactions proportionnelles et complémentaires à la sensibilité. De la persistance découle donc une fatigue de la sensibilité au temps et des sensations relativement fortes. Il ressort des expériences de Charles Henry que la teinte résultante tend vers le noir pour les grandes vitesses.

Soit un disque présentant des secteurs alternativement blancs et noirs. Dans ces expériences, la sensation présente donc deux phases. Lors du passage du secteur blanc, une phase d'établissement de durée t, et au bout de laquelle la sensation atteint une certaine valeur i; lors du passage du secteur noir, une phase de persistance de même durée t, au bout de laquelle la sensation atteint une certaine valeur j. Dès que la sensation a atteint un certain régime, que l'on peut considérer comme stationnaire, cette valeur finale au bout d'un temps plus ou moins long est la même que la valeur initiale présentée à chaque passage périodique des secteurs. On a donc pour la sensation parfaite de blanc par exemple, dans les conditions de l'expérience,

$$B = j + i_0.$$

C'est l'existence de ce terme constant j qui différencie ces expériences d'études directes faites sur l'établissement de la sensation.

Dans une projection stéréoscopique double, si l'on fait varier insensiblement et d'une façon continue l'éclairage compensé de deux images, les réactions proportionnelles à la sensibilité sont réduites à une intensité minima et la persistance visuelle s'amortit. Cet amortissement progressif de la persistance visuelle, que l'on peut appeler persistance traînée, peut donner naissance à la sensation du relief.

Prenons, par exemple, deux disques de verre, placés sur un même plan, dégradés en sens inverse, variant et compensant continuellement deux flux lumineux, par un mouvement de rotation synchrone. Ces deux flux illuminent deux images projetées simultanément se superposant sur l'écran.

L'éclairage de l'une des deux images diminue ainsi progressivement pendant que celui de l'autre augmente. Cette progression dans l'alternation des images qui constitue la base de la perception du relief réduit au minimum les réactions de sensibilité qui sont en fonction directe du contraste de la persistance.

Considérons deux disques A droit et B gauche — P étant la persistance totale, composée de p.D. persistance droite et p.G. persistance gauche. Si nous tournons graduellement les deux disques, en supposant chaque disque divisé en huit secteurs par exemple, nous avons dans le temps des

persistances totales correspondant successivement à :

$$P.1 = (p.G.1 + p.D.1)\ (p.G.1 = p.D.1),$$
$$P.2 = (p.G.2 + p.D.2)\ (p.G.2 < p.D.2),$$
$$P.3 = (p.G.3 + p.D.3)\ (p.G.3 < p.D.3),$$
$$P.4 = (p.G.4 + p.D.4)\ (p.G.4 < p.D.4),$$
$$P.5 = (p.G.5 + p.D.5)\ (p.G.5 = p.D.5),$$
$$P.6 = (p.G.6 + p.D.6)\ (p.G.6 > p.D.6),$$
$$P.7 = (p.G.7 + p.D.7)\ (p.G.7 > p.D.7),$$
$$P.8 = (p.G.8 + p.D.8)\ (p.G.8 > p.D.8).$$

Ceci constitue la pulsation ou l'ondulation produite par une source excitatrice de cette nature dans le système nervo-optique. Cette ondulation ou pulsation est neutralisée dans les points homologues des deux éléments stéréoscopiques et agira seulement sur les éléments parallaxials.

L'explication du relief paraît donc être un phénomène complexe. En effet par ce principe, l'œil est obligé d'accommoder insensiblement et continuellement par suite de la variation de l'intensité de la lumière diffusée et des réactions de sensibilité directement proportionnelles aux persistances.

Enfin, par suite de la superposition des deux images sur l'écran, en raison de la différence de la parallaxe, les rapports de la persistance avec la réaction de sensibilité accentue les phénomènes d'accommodation dans cette marge de flou qui sépare dans l'espace les deux images projetées.

D'autre part, l'image combinée reste nettement définie pour l'œil dans l'espace en raison de la prédominance de la sensation la plus forte.

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur l'électrolyse des diastases et leur teneur en acide phosphorique et silice.* Note de M. **F. Maignon**, présentée par M. E. Leclainche.

1° *Électrolyse des solutions de diastases.* — Nous avons montré [1] que l'électrolyse prolongée des solutions de diastases (diastases du suc pancréatique, amylase de l'orge germé, diastases tissulaires animales) entraîne la perte de toute activité.

Nous avons soumis, par exemple, à l'électrolyse dans des tubes en U de 16^{mm} de diamètre, avec électrodes de platine (courants de 110 volts), une solution contenant 160^{mg} de diastases de suc pancréatique de vache

[1] *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 420 et 654.

dans 60^{cm^3} d'eau distillée (passage : 5 à 10 milliampères ; surface de chaque électrode : 2^{cm^2}).

Dans ces conditions, le courant détermine immédiatement un coagulum dans la branche positive, tandis que la négative demeure limpide. Dans la branche positive, le coagulum augmente d'intensité, puis se résout en grumeaux ; ceux-ci sont animés d'un double mouvement ascendant puis descendant par rapport à l'électrode. Le liquide de cette branche devient acide et l'on peut y déceler l'acide chlorhydrique. Dans la branche négative, le liquide devient alcalin, il contient en dissolution de la chaux et un peu de soude, alors que du fer s'est déposé à l'état d'oxyde sur l'électrode.

Les grumeaux de la branche positive deviennent de plus en plus fins, en même temps que leurs mouvements se ralentissent ; à un moment donné, ils s'immobilisent et se déposent au fond du tube. Le liquide de cette branche redevient ainsi absolument limpide. Ce résultat est obtenu vers le cinquième jour. Si l'on dissémine ce dépôt dans le liquide au moyen d'un agitateur, les grumeaux reprennent un mouvement très lent mais ne tardent pas à se déposer de nouveau et cela dans l'espace de 5 à 6 heures. Si l'on répète la même expérience le lendemain, c'est-à-dire le sixième jour, les grumeaux ne sont plus entraînés par le courant et leur dépôt a lieu presque immédiatement.

Le groupement organo-minéral qui constituait la diastase est détruit et c'est à ce moment précis que l'on constate la perte de toute activité catalytique. Si l'on arrête en effet l'expérience au quatrième jour, alors qu'il existe encore des grumeaux très fins en suspension, animés de mouvements très lents, on constate que le liquide n'a pas perdu toute activité digestive vis-à-vis de la fibrine et de l'amidon.

Au sixième jour, d'autre part, le dépôt brûle sans laisser de tache sur une lame de platine polie. Le résidu, s'il en existe un, est non seulement invisible mais inappréciable à la balance Curie au $\frac{1}{10}$ de milligramme pour 32^{mg} de dépôt, alors que le même poids de diastase non électrolysée laissait $3^{mg},4$ de cendres.

C'est donc au moment précis où la dissociation électrolytique des éléments minéraux et organiques est complète, où les micelles ne subissent plus l'entraînement électrique, que la perte d'activité est également complète. Sommes-nous en présence d'une simple coïncidence ou devons-nous établir entre les deux phénomènes une relation de cause à effet ?

Une autre interprétation est possible que nous avons soumise au critérium de l'expérience : la perte d'activité peut être due à l'action toxique ou

empêchante de substances susceptibles de se former au cours de l'électrolyse telles que l'acide hypochloreux ou l'acide persulfurique.

Nous avons étudié l'action empêchante ou ralentissante de ces acides à des concentrations au moins cent fois supérieures à celles susceptibles de prendre naissance au cours de l'électrolyse et nous avons constaté que cette action est nulle sur la trypsine et extrêmement légère sur l'amylase.

La perte d'activité des solutions de diastases, au cours de l'électrolyse prolongée, ne saurait donc être attribuée, au moins en ce qui concerne la trypsine, à la formation d'acide hypochloreux ou persulfurique. Pour nous assurer que cette perte d'activité n'est pas due à l'action empêchante d'autres substances, nous avons dissous des diastases fraîches de suc pancréatique dans une solution de diastases électrolysée pendant six jours et devenue inactive. Cette solution renfermait nécessairement tous les produits secondaires formés au cours de l'électrolyse. Après un à trois jours de contact, le liquide a été mis en présence, dans des tubes distincts, de fibrine et d'amidon : la fibrine a été digérée dans les délais habituels, seule la saccharification de l'amidon paraît avoir été légèrement ralentie.

Ces expériences montrent que la perte d'activité de la trypsine au cours de l'électrolyse n'est pas due à l'action empêchante de produits de formation secondaire, mais qu'elle paraît liée à la dissociation des éléments minéraux et organiques, c'est-à-dire à la destruction du groupement organo-minéral.

2° *Sur la teneur en silice et en anhydride phosphorique des cendres de diastases.* — Dans nos précédentes recherches, nous avons montré que les diastases de suc pancréatique laissent à l'incinération un résidu minéral amorphe, tandis que les diastases tissulaires d'organes animaux laissent une masse vitreuse abondante. Nous avions attribué la formation de cette masse vitreuse à la présence de silice. Il résulte de ces nouvelles recherches, comportant des dosages, que cette vitrification est due surtout aux phosphates que nous avons décelés en quantités importantes (diastases tissulaires de poumon, 7,95 pour 100; de foie, 19,7 pour 100; de cœur, 31,8 pour 100 d'anhydride phosphorique) et pour une faible part seulement à la silice qui ne s'y trouve qu'en minimes proportions (1,5 à 2 pour 1000).

Conclusions. — 1° L'électrolyse prolongée des solutions de diastases amène la perte de toute activité.

2° Cette perte d'activité ne paraît pas due à la formation secondaire de substances empêchantes (acide hypochloreux, acide persulfurique, etc.); sa constatation coïncide exactement avec le moment où les grumeaux apparus sous l'influence de l'électrolyse cessent d'être entraînés par le cou-

rant. Cette perte d'activité semblent donc résulter de la dissociation électrolytique du groupement organo-minéral constituant la diastase.

3° La vitrification des cendres des diastases tissulaires d'organes animaux est due surtout aux phosphates, les silicates ne s'y trouvant qu'en minimes proportions.

ENTOMOLOGIE. — *Sur l'époque de la détermination des castes chez* Macrotermes gilvus (*Hagen*). Note [1] de M. **Barthellier**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans un précédent travail, j'ai indiqué comme probable le fait que, chez les Termites, la caste est déterminée dans l'œuf avant l'éclosion. Cette opinion repose sur des observations relatives à diverses espèces d'Isoptères cochinchinois parmi lesquelles je dois citer surtout *Macrotermes gilvus* (Hagen) et *Eutermes Matangensis* (Haviland).

Résumons ce qui concerne la première de ces formes.

Le développement des neutres y répond au schéma suivant :

Larves sortant de l'œuf	Larves petites à 15 articles aux antennes	Petit soldat blanc...	Petit soldat (adulte)
		Petit ouvrier blanc..	Petit ouvrier (adulte
	Larves grandes à 15 articles aux antennes	Grand soldat blanc..	Grand soldat (adulte)
		Grand ouvrier blanc.	Grand ouvrier (adulte)

Convenablement coloré, le petit ouvrier blanc montre des rudiments de glande génitale en forme de cordon acollé, de chaque côté, contre la paroi dorsale. Le petit soldat blanc possède des rudiments de même longueur, mais plus grêles. Chez le grand ouvrier blanc, la trace des gonades se réduit, de chaque côté, à un amas de cellules semblables histologiquement à celles du cordon génital des petits neutres. Chez le grand soldat blanc, je n'ai rien pu reconnaître.

Si nous examinons les larves à antennes pouvues de quinze articles dont proviennent ces deux groupes de neutres, nous y trouvons quelque chose de semblable.

Les petites larves montrent deux cordons génitaux formés de cellules arrondies, granuleuses, fortement colorables au carmin.

Les grandes larves ne présentent que de petits amas de cellules de même apparence.

---

(1) Séance du 29 juin 1925.

Continuant l'investigation, j'ai coloré au carmin chlorhydrique alcoolique près de deux cents larves de la même espèce fixées au cours du premier stade. Elles avaient été prélevées à une époque où la mère de chaque colonie ne fournit plus que des neutres. Ainsi la confusion d'un groupe donné avec des sexués devenait impossible. Observés à la loupe binoculaire avec un grossissement d'environ 100 diamètres, ces jeunes termites étaient classés, selon leur état de développement, dans des groupes comptant chacun une dizaine d'individus.

Chaque groupe, qui ne comprenait ainsi que des isoptères de même âge, était ensuite examiné, sous un éclairage intense, dans un mélange, à parties égales, de chloroforme et d'acide phénique. Un soigneux examen permettait régulièrement d'y reconnaître des larves un peu plus grosses et des larves un peu plus petites.

L'observation microscopique des insectes montés entre lame et lamelle, dans le même liquide réfringent, fit connaître que les individus classés précédemment comme petits portaient systématiquement des glandes génitales bien nettes, tandis que les gros spécimens ne montraient que des gonades très faibles, souvent invisibles.

Notons encore que dans tout prélèvement de larves l'ensemble (petits ouvriers + petits soldats) égale sensiblement en nombre l'ensemble (grands ouvriers + grands soldats). De même le nombre des petites larves à 15 articles aux antennes est le même que le nombre des grandes larves au même état. De même encore j'ai trouvé dans les jeunes au premier stade, indistinguables à l'œil nu, des quantités égales de bêtes à glandes génitales nettes et à glandes génitales très rudimentaires.

Les faits précédents peuvent se traduire de la façon suivante : Dès le début du premier stade, c'est-à-dire dès l'éclosion, les jeunes neutres de *Macrotermes gilvus* comprennent deux catégories discernables, après coloration, par un œil exercé : des insectes plus gros à gonades sensiblement nulles et des insectes plus petits à gonades assez développées. Après la première mue la différence de développement des glandes génitales s'accentue, tandis que la différence de taille devient bien apparente. Après la deuxième mue, chacune des deux premières catégories donne, à la fois, des ouvriers et des soldats. Il est probable que ceux-ci étaient déjà déterminés dès l'éclosion, mais que les différences de caste existant à l'intérieur de chacune des classes primitives n'étaient pas apparentes à l'œil.

Les résultats de l'étude des jeunes d'*Eutermes Matangensis* parlent dans le même sens.

ZOOLOGIE. — *Contributions à l'étude du genre* Janthina *Bolten*, Note de M. A. **Pruvot-Fol**, présentée par M. Joubin.

Presque toutes nos notions sur la Janthine appartiennent à la légende autant qu'à l'histoire. Elles sont si contradictoires, qu'en réalité sa biologie nous est à peu près inconnue.

A part les études sur le flotteur, une monographie de Mörch datant de 1860 et les beaux travaux de Bouvier sur le système nerveux, il n'y a guère à son sujet de travaux de quelque importance. Au point de vue systématique, cette espèce a été classée successivement d'un bout à l'autre de la classe des Gastéropodes, et finalement dans le petit groupe hétérogène des Pténoglosses Gray ou Euryglosses Troschel, qui a été si bien démembré depuis, qu'elle est sur le point de s'y trouver toute seule, en compagnie (outre sa proche parente *Recluzia*) de la seule Scalaire.

Bien qu'on la rencontre « dans les mers tropicales et sub-tropicales en quantités prodigieuses » (Mörch), il est extrêmement difficile de s'en procurer un seul individn convenablement fixé. Ayant eu la bonne fortune d'en recevoir dernièrement de Villefranche deux individus bien fixés, j'ai pu compléter les résultats de dissections précédentes et vérifier sur des coupes certains points controversés ; j'espère compléter plus tard cette étude, dont voici, rapidement résumés, les premiers résultats.

Le système nerveux est conforme, dans les grandes lignes, aux données de Bouvier; mais, selon l'espèce (ou genre?) observé, on trouve parfois le connectif cérébro-pédieux et le connectif pleuro-pédieux complètement fusionnés, jusqu'à disparition du triangle latéral. Les deux commissures pédieuses, si elles ont existé, sont également fusionnées et ne se retrouvent même pas sur les coupes. Il y a, outre les ganglions décrits précédemment, un ganglion supplémentaire au delà du ganglion impair de la chaîne viscérale, et un petit ganglion sur le trajet d'un nerf se rendant du ganglion pédieux gauche à la partie antérieure du pied, en rapport probablement avec les fonctions compliquées que doit accomplir cet organe au moment de la fabrication du flotteur. Enfin, des deux connectifs cérébro-buccaux décrits, l'un doit être interprété comme une anastomose entre un nerf cérébral se rendant à l'œsophage et un nerf du ganglion buccal ayant la même destination. La fusion se produit plus ou moins près du ganglion buccal, selon l'espèce envisagée.

Au sujet des organes génitaux, Quoy et Gaimard avaient émis l'opinion

que la Janthine réunit les deux sexes chez le même individu. Mais cette opinion a été contredite par tous les autres auteurs, Cuvier, Lesson, d'Orbigny, Blainville, etc., si bien qu'on paraît y avoir renoncé aujourd'hui. On s'accorde, par contre, à dire qu'une partie au moins des Janthines sont vivipares, et que le mâle est dépourvu d'organe copulateur; il y a là une contradiction assez bizarre, que personne ne semble avoir relevée. Comment, en effet, l'œuf pourrait-il être pondu tout fécondé, si l'animal est unisexué et qu'il n'y a pas d'accouplement? C'est un miracle qui ne se produit plus de nos jours.

Je puis confirmer l'absence de l'organe copulateur et la présence d'embryons (peu avancés) dans la glande; mais en outre, je puis affirmer avec certitude que les Janthines que j'ai coupées sont nettement hermaphrodites, les produits mâles et femelles parvenant à maturité en même temps. Je crois, de plus, mais sans pouvoir encore en donner les preuves directes, qu'il n'existe qu'un conduit d'évacuation, que les produits se mélangent entre eux et avec le produit de sécrétion de la volumineuse glande annexe (glande de l'albumine?) dans la lumière de cette glande où ils se déversent pêle-mêle, et qu'il y a par conséquent autofécondation ainsi que tout le faisait prévoir.

La glande hermaphrodite et son annexe sont extrêmement volumineuses, remplissent tout le tortillon et une partie de la cavité de la coquille. Quant au tube digestif, très simplifié, il est partout très large; mais court, peu sinueux, dépourvu de glande hépatique indépendante, il tiendrait fort peu de place dans l'ensemble n'était la partie antérieure : l'énorme bulbe buccal à lui seul fait près du tiers du volume de l'animal entier.

Il serait prématuré de tirer encore les conclusions au point de vue systématique; s'il a suffi de démontrer que l'*Actæon* était hermaphrodite pour le faire classer parmi les Opisthobranches, je ne pense pas qu'ici le cas soit le même, malgré certaines ressemblances qui rapprocheraient la Janthine de cette grande division; mais je crois que cette famille « que Quoy et Gaimard regardaient presque comme un ordre » présente un mélange de caractères archaïques et de caractères très évolués, et qu'elle a dû se détacher de bonne heure du tronc commun des Prosobranches et des Opisthobranches.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'enregistrement et la projection de la forme et de la distance des objets.* Note [1] de MM. **A. Quidor** et **Marcel-A. Hérubel**, transmise par M. d'Arsonval.

Des expériences précises ont permis de vérifier et de compléter notre théorie des perceptions visuelles [2].

Nous avons pu séparer, en effet, les notions de relief et les notions de distance, les enregistrer et les faire connaître par le film cinématographique, sans aucune modification de l'écran ni de l'appareil de projection.

Nous prenons successivement avec un appareil photographique deux clichés d'un même groupe d'objets éclairés par une même source lumineuse occupant successivement deux positions symétriques par rapport à l'axe optique de l'objectif. Les photographies obtenues donnent, au stéréoscope, le relief et la distance des objets.

Nous avons obtenu le même résultat en plaçant soit en avant ou en arrière de l'objectif, soit entre les deux systèmes optiques qui le composent, un écran partiel occupant successivement deux positions diamétralement opposées. L'ouverture que porte cet écran a une forme quelconque, mais laisse toujours passer les rayons lumineux confondus avec l'axe optique. Le faisceau lumineux, émis par chaque point de l'objet et reçu par l'objectif, se trouve ainsi décomposé en deux demi-faisceaux interceptés successivement par la partie opaque de l'écran. Tout se passe donc comme si la source lumineuse occupait successivement deux positions symétriques par rapport à l'axe optique.

Les deux images obtenues par l'un ou l'autre procédé présentent deux modelés différents du même objet. Leur fusion psychique définit la forme de l'objet et en fait connaître le relief. A ce facteur psychique il convient d'ajouter un second facteur : le facteur géométrique que nous allons mettre en évidence.

Comme précédemment, deux positions diamétralement opposées de l'écran partiel donnent successivement deux images d'un test d'oursin éclairé par une ampoule interne et placé dans l'obscurité. Toutes les ombres sont ainsi supprimées. Observées directement, les photographies obtenues ne donnent aucune idée de la forme réelle du test. Regardées séparément

(1) Séance du 29 juin 1925.

(2) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 285 et 838.

à l'aide d'une loupe de grand diamètre, chacune d'elles donne une idée exacte de cette forme. L'observateur a même la sensation très nette d'un mouvement des aires ambulacraires quand il déplace légèrement la tête. La forme de l'oursin est encore mieux définie, lorsque l'une et l'autre image sont vues au stéréoscope.

Les images, virtuelles ou réelles, données par la loupe ou par l'objectif ne sont donc pas identiques. Cette différence des images constitue un facteur important du relief : le facteur géométrique.

La sensation du relief est donc bien due à un facteur physique qui en modifie la forme. L'expérience montre que le premier facteur est dominé par le second pour les objets peu éloignés et le domine, quand il s'agit d'objets lointains.

Plaçons maintenant devant l'appareil de prises de vues cinématographiques un écran partiel animé d'un mouvement lent de rotation dans un plan perpendiculaire à l'axe optique de l'objectif, le centre de rotation appartenant à cet axe. Les images obtenues donnent, à la projection, la forme et la distance des objets. La forme des objets est ici définie par le déplacement de leur système d'ombres propres et portées, déplacement analogue à celui que produirait une source lumineuse décrivant autour de ces objets une circonférence ayant son centre sur l'axe optique et dont le plan serait perpendiculaire à cet axe. La distance de ces objets, donnée aussi bien par la vision monoculaire que par la vision binoculaire, ne peut être attribuée ici qu'aux variations d'intensité que présente l'éclairement de ces objets, aux variations de leur diamètre apparent et à leur position relative dans l'espace.

D'autre part, l'axe du faisceau lumineux qui impressionne la surface sensible, fait avec l'axe optique un angle constant pendant toute la rotation de l'écran partiel. Les objets seront évidemment d'autant mieux définis que l'inclinaison de l'axe du faisceau lumineux sur l'axe optique sera plus grande. Nous sommes donc amenés à placer devant l'objectif un système réfléchissant formé de deux prismes à 45°. L'un des prismes est placé devant l'objectif et lui transmet les rayons lumineux qu'il reçoit de l'autre. Ces deux prismes sont à écartement variable et portés par un plateau animé d'un mouvement de rotation lent dans un plan perpendiculaire à l'axe optique. Le centre de la surface réfléchissante du prisme interne appartient à cet axe. Le prisme externe est mobile, en outre, autour de deux axes rectangulaires passant par le centre de la surface réfléchissante.

Ce dernier dispositif permet d'amener l'image d'un point de l'axe optique,

pris comme point de repère, sur le centre de la surface sensible. Cette image sera rigoureusement immobile pendant toute la rotation du système. Les faces refléchissantes des deux prismes font alors entre elles un angle égal à la moitié de l'angle que fait l'axe optique avec l'axe du cône lumineux ayant pour sommet le point de repère. Cet angle étant constant pendant toute la durée de la rotation des prismes, les images présentent les objets sous des aspects différents et paraissent immobiles à la projection; leur fusion psychique fournit à l'observateur des sensations identiques à celles que donnerait l'observation directe des objets ou de l'espace représentés.

Les images obtenues par ce procédé sont d'ailleurs caractérisées par une déformation analogue à celle qu'imprime aux images rétiniennes, dans l'observation directe, l'inclinaison des cristallins sur le plan de symétrie de l'observateur. De plus, ce dernier éprouve, par la projection de ces images, des sensations identiques à celles que lui donnerait l'observation de ces mêmes objets à l'aide d'un œil composé d'Insectes. Considérons, en effet, les images rétiniennes données par chacun des éléments de cet œil composé. La fusion psychique des images correspondant aux facettes appartenant à un même diamètre donnera des sensations de relief et de distance identiques à celles que donnerait la fusion psychique des deux images extrêmes. La fusion psychique des images rétiniennes de la périphérie donnera donc des sensations identiques à celles que donnerait la fusion de toutes les images rétiniennes formées dans cet œil composé. Employé simultanément avec les prismes, l'écran partiel, en sélectionnant successivement les rayons lumineux, précise le relief des objets.

Cette méthode est d'ailleurs générale et a permis de projeter avec relief des préparations microscopiques, des scènes diverses et des paysages limités par l'horizon.

En résumé, les perceptions visuelles sont bien un acte psychique, et les phénomènes de convergence auraient simplement pour rôle d'assurer l'unité de sensation et de nous renseigner sur la distance des objets rapprochés.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la respiration des microbes de la fermentation lactique*. Note [1] de M. S. Kostytschew et Mlle M. Afanasiewa, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Les études de S. Kostytschew et P. Eliasberg [2] ont établi que la respiration normale de la levure et des autres ferments alcooliques est suffisamment intense pour satisfaire leurs exigences vitales. Il est donc possible d'admettre que la levure se sert de la respiration normale comme source d'énergie au contact de l'air, et que la fermentation alcoolique, que l'on peut toujours observer dans ces conditions, n'est autre chose qu'un prolongement inévitable des réactions qui sont indispensables à l'abri de l'air, mais qui ne s'arrêtent pas au contact du gaz oxygène, parce que ce dernier ne paralyse point l'action de la zymase. Cette manière de voir suppose que la fermentation alcoolique est un processus inutile pour la levure au contact de l'air.

Les nombreuses expériences que nous avons exécutées avec quelques ferments lactiques montrent que, pour certains microbes, la fermentation est au contraire la source unique d'énergie, même au contact de l'air. Ce résultat a été obtenu avec le *Bacillus caucasicus* et le *Bacterium lactis acidi* Leichm., deux microbes qui donnent de l'acide lactique comme produit unique de la fermentation. Le *Bacillus acidi lactici* Hueppe et le *Bacterium lactis aerogenes* Esch. produisent au contraire beaucoup d'acide carbonique au contact de l'air à l'aide de processus d'oxydation. Le *Bact. lactis acidi* et le *Bac. caucasicus* sont des anaérobies facultatifs, mais ils préfèrent l'absence de l'oxygène et se multiplient difficilement sur des milieux solides dans les conditions ordinaires. Les cultures sur des milieux solides étaient pourtant nécessaires pour nos études, car elles sont seules capables de garantir une aération irréprochable. Nous avons tourné cette difficulté à l'aide des cultures sur du lait solidifié par l'agar-agar dans une atmosphère d'azote pur. Dans ces conditions, le développement des microbes était rapide et abondant.

Expériences. — N° 21 : *B. caucasicus*. — Surface de la culture, 87^{cm^2}. 2 jours dans un courant d'air, qui passait ensuite dans un barboteur à solution de baryte caustique limpide. Précipité à peine visible.

---

(1) Séance du 29 juin 1925.

(2) S. Kostytschew et P. Eliasberg, *Journ. de la Soc. botan. de Russie*, 4, 1919, p. 25, avec un résumé en français.

N° 22 : *Bact. lact. acidi* Leichm. — Même expérience et même résultat.

D'autres expériences ont été exécutées à l'aide des méthodes gazométriques exactes. Voici un extrait de nos nombreuses analyses.

N° 28 : *B. caucasicus.* — 8 jours dans une atmosphère confinée.

CO^2 dégagé, 2,09 pour 100; O^2 absorbé, 2,13 pour 100.

Bact. lact. acidi Leichm. — 8 jours dans une atmosphère confinée.

CO^2 dégagé, 1,69 pour 100; O^2 absorbé, 1,69 pour 100.

Bacillus acidi lactici Hueppe. — 8 jours dans une atmosphère confinée.

CO^2 dégagé, 22,08 pour 100; O^2 absorbé totalement, 20,80 pour 100.

Bacter. lactis aerogenes Esch. — 3 jours dans une atmosphère confinée.

CO^2 dégagé, 50,55 pour 100; H^2 dégagé, 9,34 pour 100; O^2 absorbé totalement, 20,80 pour 100.

La respiration normale de *Bac. acidi lactici* et de *Bacter. lactis aerogenes* est intense, car ces microbes ont absorbé la totalité du gaz oxygène de l'atmosphère des ballons de culture. Le *Bac. caucasicus* et le *Bact. lactis acidi* n'ont absorbé que très peu d'oxygène et le dégagement de CO^2 a été minime chez ces microbes. D'autres expériences que nous nous dispensons de citer montrent que la production de l'acide carbonique par le *B. caucasicus* et le *Bact. lactis acidi* est encore plus faible dans une atmosphère d'azote pur, où elle ne dépasse guère les limites des erreurs des analyses.

Les résultats exposés ci-dessus autorisent à conclure que les microbes de la fermentation lactique pure, tels que le *Bact. lactis acidi* Leichm. et le *Bac. caucasicus*, n'ont qu'une seule source d'énergie à leur disposition, cette source unique d'énergie étant la fermentation, qui ne peut pas être remplacée par la respiration normale, même si l'aération est parfaite.

PARASITOLOGIE. — *Kystes à* Demodex *et abcès du mouton.* Note de M. **Aynaud**, présentée par M. Roux.

Le rôle pathogène attribué aux *Demodex* a été jusqu'ici limité à la production de lésions épidermiques : les observations que je viens de faire sur le mouton démontrent qu'ils peuvent produire des kystes sous-cutanés et des abcès sous-cutanés, analogues aux abcès de la suppuration caséeuse.

J'ai reçu en octobre 1924 une brebis atteinte d'abcès de la face : ces abcès sous-cutanés, et n'ayant aucune tendance à l'ouverture spontanée, avaient en moyenne le volume d'une noix. D'octobre 1924 à janvier 1925, j'ai ponctionné douze abcès; aucun germe n'était visible à l'examen direct;

les cultures ont donné une *Pasteurella* non virulente; le pus inoculé au mouton et aux animaux de laboratoire ne déterminait pas d'abcès. En février, j'ai reçu une autre brebis ayant des lésions analogues et dont l'étude m'a donné des résultats identiques. En mars, j'ai placé dans le box qui avait été occupé par ces deux brebis, sans le nettoyer, une brebis saine, au laboratoire depuis plus d'un an. En juin, cette brebis présentait un abcès sous l'oreille, du volume d'une noix, et qui ne contenait aucun germe à l'examen direct. Mais elle présentait en plus, sous la peau de la face, six nodules du volume d'un pois. Le contenu de ces nodules d'aspect purulent était constitué à l'exclusion de tout autre élément, microbe ou leucocyte, par des larves et des nymphes de *Demodex*. Les nymphes octopodes prédominent : il ne semble pas y avoir d'adultes à organes génitaux différenciés. Il existe aussi des larves apodes à différents stades : il paraît donc y avoir eu un début d'évolution parasitaire, mais cette évolution ne s'est pas poursuivie et les parasites sont morts.

Les coupes des deux petits abcès montrent qu'ils sont nettement situés sous l'épiderme, limités par une paroi fibreuse, sans traces de lésions inflammatoires ou de réaction éosinophilique. Le sac fibreux est doublé d'une couche de protoplasma, parsemée de nombreux noyaux. Des septa, plus ou moins complets, cloisonnent le sac. Le diamètre d'un de ces sacs était de 8^{mm}. Le contenu sur les coupes est constitué exclusivement par des milliers de larves de *Demodex*.

En reprenant les pièces de ma première brebis, j'ai pu constater que l'infection des kystes se faisait par l'extérieur; le sac parasitaire, y compris son enveloppe fibreuse est complètement détruit par la suppuration, et l'on se trouve en présence d'un abcès d'apparence absolument banale.

J'observe en ce moment une troisième brebis, d'origine différente des deux premières, et qui présente trois petits abcès de la face : un de ces abcès excisé était constitué par des milliers de larves de *Demodex*. L'affection ne paraît donc pas exceptionnelle.

Les observations précédentes démontrent que les *Demodex* peuvent disparaître complètement d'une lésion qu'ils ont produite : à un stade tardif, on se trouve en présence d'une suppuration banale, sous-cutanée, mais dont l'origine échappe. Il est permis de se demander si les *Demodex* n'interviennent pas dans la genèse de la suppuration caséeuse, et, dans ce cas, des mesures anti-parasitaires permettraient peut-être d'enrayer la diffusion de la maladie.

Enfin les faits que je viens d'exposer présentent un certain intérêt au

point de vue des théories parasitaires du cancer comme l'a signalé Borrel. La constatation d'une évolution sous-cutanée possible et d'une disparition totale des parasites, même en très grand nombre, à un stade avancé de l'évolution, permet de répondre à certaines objections faites à cette théorie.

A 15^h30^m, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 15^h45^m.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 8 juin 1925.)

Note de M. *Maurice Nicloux*, Dosage de l'oxyde de carbone par la méthode au sang et remarques sur l'absorption de ce gaz par l'hémoglobine en l'absence d'oxygène :

Page 1753, ligne 5, *au lieu de* 30 pour 100 d'hémoglobine, *lire* 30 pour 100 d'hémoglobine oxycarbonée.

(Séance du 15 juin 1925.)

Note de M. *Paul Pascal*, Sur de nouveaux complexes du fer dérivés des triazines :

Page 1851, ligne 15, *au lieu de* $[Fe(CNCO^2)^6]K^6Fe$, *lire* $[Fe(CNCO^2)^6]^2K^6Fe$.

Note de M. *Alphonse Labbé*, Les courbes de croissance d'*Artemia arietina :*

Page 1873, ligne 2, *au lieu de* indirectement, *lire* directement; ligne 7, *au lieu de* $\frac{7}{7,5}=1,07$, *lire* $\frac{7}{7,5}=0,93$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 15 JUILLET 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. le professeur **E. Perroncito**, de l'Université de Turin, Correspondant pour la Section d'Économie rurale, qui assiste à la séance.

ASTRONOMIE. — *Erreurs moyennes des divers modes d'observation des signaux horaires rythmés.* Note (¹) de M. **G. Bigourdan.**

On a groupé, à peu près par trimestre, les moyennes partielles absolues données au bas des tableaux partiels précédents (²), et obtenu ainsi les résultats du Tableau II où n désigne le nombre de tableaux partiels qui ont concouru à la formation de chaque moyenne trimestrielle.

(¹) Séance du 29 juin 1925.
(²) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 7.

TABLEAU II.

1924.	n.	Paris. Δ_0.	Paris. Δ_1.	Paris. Δ_c.	Edinb.	Green.	Tokyo.	Uccle.	Wash.
		s	s	s	s	s	s	s	s
Janv. 4-Mars 24.	4	0,006	0,009	0,006	0,008	0,009	0,011	0,011	0,009
Mars 28-Juin 26.	5	007	009	010	007	009	013	011	011
Juin 27-Sep. 19.	4	008	008	008	010	010	012	010	010
Sept. 20-Déc. 31.	8	004	007	009	005	010	008	009	008
Moy. générale..	21	0,006	0,008	0,008	0,008	0,010	0,011	0,010	0,009

Ainsi les D individuels considérés, en *moyenne* atteignent à peine un centième de seconde de temps. Comme ce sont des différences résultant de deux observations bien distinctes, il faut diviser ces nombres par $\sqrt{2}$ pour avoir la valeur correspondant à une seule observation. Il résulte donc de ce qui précède cette triple conclusion :

1° Les perturbations subies par les ondes hertziennes, dans leurs plus longs trajets terrestres, n'exercent qu'une influence inférieure à $0^s,01$ sur leur durée de transmission;

2° Les modes de réception de ces ondes, employés par les diverses stations considérées, n'exercent pas, en moyenne, une influence supérieure à la même grandeur $0^s,01$;

3° Le mode de réception à l'oreille (O) tel qu'il est employé à Paris, donne autant de précision que l'enregistrement (E), l'avantage étant plutôt pour (O); mais cette dernière conclusion est très provisoire.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Tables de logarithmes, par M. de Mendizabal Tamborrel (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la déformation uniforme d'une poutre et l'équation* $\frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = 0$. Note [1] de M. **René Lagrange**, présentée par M. Émile Borel.

On doit à M. Boussinesq [2] le théorème fondamental sur la déformation uniforme d'une poutre cylindrique isotrope, dont la paroi latérale n'est soumise à aucune force extérieure. La démonstration fait intervenir le fait que l'énergie interne est représentée par une forme quadratique définie positive. Cette hypothèse, qui semble nécessaire dans le cas, plus général que la simple isotropie, envisagé par M. Boussinesq, est cependant complètement étrangère au problème tel qu'il se présente analytiquement pour un corps isotrope.

Prenons trois axes rectangulaires $Oxyz$, Oz étant parallèle au cylindre, et utilisons les notations de Love. Les équations auxquelles conduit la question sont :

$$\frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial X_y}{\partial y} = 0, \qquad \frac{\partial X_y}{\partial x} + \frac{\partial Y_y}{\partial y} = 0, \tag{1}$$

$$\frac{\partial^2 e_{xx}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 e_{yy}}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 e_{xy}}{\partial x \partial y} = 0, \tag{2}$$

avec, le long du contour de la section droite, les conditions

$$X_x\,dy - X_y\,dx = 0, \qquad X_y\,dy - Y_y\,dx = 0. \tag{3}$$

En outre, les déformations et les tractions sont liées entre elles par les relations

$$\left\{\begin{aligned} e_{xx} + \sigma e_{zz} &= \frac{1+\sigma}{E}[(1-\sigma)X_x - \sigma Y_y],\\ e_{yy} + \sigma e_{zz} &= \frac{1+\sigma}{E}[(1-\sigma)Y_y - \sigma X_x], \end{aligned}\right. \tag{4}$$

e_{zz} étant linéaire en x et y et les fonctions inconnues étant indépendantes de z.

Le théorème de M. Boussinesq exprime que $X_x = X_y = Y_y = 0$.

---

(1) Séance du 6 juillet 1925.
(2) *Journ. de Math.* (*Liouville*), 2e série, **16**, 1871, p. 144-153.

Or, des équations (1) résulte que l'on peut poser

$$(5) \qquad X_x = \frac{\partial^2 F(x, y)}{\partial y^2}, \qquad X_y = -\frac{\partial^2 F}{\partial x\, \partial y}, \qquad Y_y = \frac{\partial^2 F}{\partial x^2},$$

F étant définie à une fonction linéaire de x et y près.

(3) exprime que, sur le contour, $\frac{\partial F}{\partial x}$, $\frac{\partial F}{\partial y}$ ont des valeurs constantes.

Enfin, grâce à la forme de e_{zz}, les équations (2) et (4) donnent pour F l'équation $\Delta^2 F = 0$.

Le résultat de M. Boussinesq exprime que F est linéaire en x et y, d'où le théorème d'analyse :

« Si une fonction $F(x, y)$ définie à l'intérieur d'un contour admet des dérivées continues jusqu'au quatrième ordre et vérifie l'équation $\Delta^2 F = 0$, et si ses dérivées premières sont constantes sur ce contour, cette fonction est linéaire. »

Plus généralement, « *l'équation* $\Delta^p F = 0$ *admet une solution au plus, continue ainsi que ses dérivées des* $2p$ *premiers ordres à l'intérieur d'un contour* (C), *et prenant sur* (C), *ainsi que ses dérivées des* $(p-1)$ *premiers ordres, des valeurs continues données* ».

Il suffit de montrer que $F = 0$, si les valeurs données sur (C) sont nulles. Ces conditions entraînent évidemment

$$(6) \qquad \iint \Delta^m F \Delta^k F \, d\sigma = \iint \Delta^{m-1} F \Delta^{k+1} F \, d\sigma \qquad (2 \leqq 2m \leqq p),$$

$k = p - 1$ donne alors

$$(7) \qquad \iint \Delta^m F \Delta^{p-1} F \, d\sigma = 0 \qquad (2 \leqq 2m \leqq p).$$

Pour $k = p - 2$, compte tenu de (7), (6) donne ensuite

$$\iint \Delta^m F \Delta^{p-2} F \, d\sigma = 0 \qquad (4 \leqq 2m \leqq p),$$

et ainsi de suite; d'une manière générale, on aura

$$(8) \qquad \iint \Delta^m F \Delta^{p-k} F \, d\sigma = 0 \qquad (2k \leqq 2m \leqq p).$$

Si $p = 2q$, $m = k = q$ montre que $\Delta^q F = 0$.

Si $p = 2q + 1$, $m = k = q$ donne

$$\iint \Delta^q F \Delta^{q+1} F \, d\sigma = 0,$$

de sorte que l'identité

$$\iint \Delta^q F \Delta^{q+1} F \, d\sigma + \iint \sum \left(\frac{\partial}{\partial x} \Delta^q F\right)^2 d\sigma + \int_{(c)} \Delta^q F \frac{d\Delta^q F}{du} ds = 0$$

entraîne la constance, et par suite la nullité, de $\Delta^q F$. Le théorème énoncé se démontre ainsi par récurrence.

HYDRAULIQUE. — *Sur la détermination graphique des traces méridiennes des aubes des turbines,* Note [1] de M. **Eydoux**, présentée par M. G. Kœnigs.

Dans une précédente Note, j'ai montré que, dans un écoulement giratoire avec potentiel des vitesses, les composants de la vitesse étaient de la forme

$$v_r = \frac{\partial \varphi}{\partial r}, \qquad v_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z}, \qquad v_n = \frac{a}{r},$$

a étant la constante giratoire.

Si l'on met une roue dans cet écoulement, en vue de produire de l'énergie mécanique, le calcul montre que la composante tangentielle du tourbillon n'entre pas en compte dans les réactions d'aube. L'écoulement continue donc à se faire avec potentiel des vitesses dans un plan méridien; mais a varie à travers la roue. La variation de rv_n mesure l'échange d'énergie; les $rv_n = \text{const.}$ sont les lignes tourbillons situées, comme on le sait, sur l'aube. Comme il n'y a pas de composante tangentielle des tourbillons, elles sont dans un plan méridien et définissent par suite les traces méridiennes de l'aube.

Lorenz a montré que l'équation différentielle de l'aube est, en désignant par X l'angle polaire,

$$dX = (v_n - \omega r) \frac{d(rv_n)}{r^2 q_n} = (v_n - \omega r) \frac{d(rv_n)}{r\left[v_r \frac{\partial(rv_n)}{\partial r} + v_z \frac{\partial(rv_n)}{\partial z}\right]}$$

et il en résulte que

$$\frac{v_n - \omega r}{r\left[v_r \frac{\partial(rv_n)}{\partial r} + v_z \frac{\partial(rv_n)}{\partial z}\right]} = F(rv_n), \tag{1}$$

F étant une fonction arbitraire.

---

(1) Séance du 6 juillet 1925.

En étudiant les roues à puissance constante, où chaque filet fluide échange avec la roue une même quantité d'énergie, Lorenz a résolu la question pour les roues radiales où $t_r = 0$; il a montré qu'il n'y avait pas de solution théorique possible pour les roues axiales où $t_z = 0$; mais il n'a pu indiquer une solution analytique pour les roues radiales axiales qui sont le type de la turbine Francis moderne.

Je suis arrivé à une construction graphique des courbes $rv_n = \text{const.}$, analogue à celle indiquée par Prasil pour le réseau φ et ψ.

Posons en effet $rv_n = \eta$. L'équation (1) s'écrit alors :

$$\left(\frac{\eta}{r^2} - \omega\right)\frac{1}{F(\eta)} = \frac{\partial\varphi}{\partial r}\frac{\partial\eta}{\partial r} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\eta}{\partial z},$$

et le second membre est le produit scalaire des deux vecteurs dérivant des potentiels φ et η.

Supposons tracé le réseau φ et η avec courbes de cote ronde en cote ronde et, sur ce réseau, l'arête d'entrée de l'aube qui doit être dans un plan méridien puisque, sur son tracé, $rv_n = a$.

Donnons-nous d'autre part une loi de variation d'énergie (qui ne peut résulter que de l'expérience, soit pour faciliter la construction, soit pour réduire les pertes de charges) sur une ligne φ. Nous connaissons, sur cette ligne, les valeurs de η et le produit scalaire; nous pourrons par suite calculer $F(\eta)$ en chaque point.

Ce calcul effectué, et $F(\eta)$ restant constant sur une ligne $\eta = \text{const.}$, nous pourrons, en partant de l'arête d'entrée, calculer de proche en proche le produit scalaire sur une autre ligne ψ_1, et, connaissant la variation de φ sur la ligne ψ_1 en déduire la variation de η le long de cette ligne.

Une construction graphique simple, utilisant des intervalles finis, permettra alors de suivre de proche en proche, à partir de l'arête d'entrée, les diverses courbes $\eta = \text{const.}$

On obtient ainsi les traces méridiennes de l'aube qu'on pourra ensuite séparer dans l'espace si l'on a eu le soin, au préalable, de tracer, par les procédés que j'ai indiqués dans une précédente Note, la trajectoire relative d'un point situé sur la ligne ψ de laquelle on est parti.

On détermine ainsi la surface complète de l'aube qui est définie, dans un plan méridien, par les trois familles de courbes φ, ψ et η.

BOTANIQUE. — *Les Cupaniées malgaches.*
Note (1) de M. **P. Choux**, présentée par M. H. Lecomte.

La tribu des Cupaniées est, parmi les Sapindacées, celle qui groupe actuellement à Madagascar le plus grand nombre d'espèces. On en connaît jusqu'à ce jour quatorze, qui ont été réparties par M. Radlkofer (2) dans les trois genres *Molinæa*, *Tina* et *Tinopsis*, ce dernier n'en comprenant d'ailleurs qu'une seule.

Les études, que nous poursuivons en ce moment sur les Sapindacées malgaches avec les matériaux recueillis par M. Perrier de la Bâthie, nous permettent aujourd'hui de faire connaître que *cette tribu est plus riche en espèces qu'on ne le savait jusqu'ici* et de signaler qu'il y a lieu de *créer pour une de ces espèces un genre nouveau.*

C'est ainsi que tout d'abord, à côté du *Molinæa arborea* Gmelin *emend.*, retrouvé par M. Perrier de la Bâthie dans le bassin de Matitana (région orientale) et du *Molinæa retus* Radlk., récolté dans les bois du Haut-Mananjeba (Extrême-Nord), il nous faut citer le *Molinæa campylocarpa* nov. sp., fréquent dans le Boina et bien caractérisé par ses folioles, dont les bords présentent fréquemment de grandes crénelures arrondies, et par ses fruits irréguliers, dans lesquels, une seule loge se développant et les deux autres avortant plus ou moins, il y a une courbure de l'axe, qui donne à ce fruit un peu la forme d'un casque. Quant au *Molinæa rubicunda* nov. sp., c'est un arbuste à feuilles persistantes, que l'on trouve dans les bas bassins du Sakaleony et du Mananjary (région orientale), dans la brousse des tavy ou *Savoka*.

En ce qui concerne le genre *Tina*, c'est dans la région occidentale, où l'on ne connaissait jusqu'à présent que le *Tina Gelonium* Roem. et Schult. *emend.*, que nous pouvons signaler aujourd'hui deux espèces nouvelles (3), le *Tina bongolavensis* nov. sp., du Bongolava du Boina, et le *Tina multi-*

(1) Séance du 6 juillet 1925.

(2) Radlkofer, *Ueber Cupania und damit verwandte Pflanzen* (*Sitzungsber. d. k. b. Akademie der Wiss. zu München*, Band 9, Heft 4, 1879, p. 475-477 et 496); *Ueber die Gliederung der Familie der Sapindaceen* (*Ibid.*, Heft 1 und 2, 1890, p. 262); *Sapindaceæ*, in Durand, *Index Gen. Phaneræ.*, 1887; *Sapindace* in Engler et Prantl, *Pflanzenfamilien*, III Teil, Abt. 5, 1896.

(3) Les espèces nouvelles que nous signalons ici seront décrites prochainement dans un travail d'ensemble sur les Sapindacées de Madagascar.

foveolata nov. sp., que l'on trouve à la fois dans les collines du Manongarivo (Ambongo) et beaucoup plus au Sud dans le bassin de la Mania.

Quant au genre *Tinopsis*, créé par M. Radlkofer pour une plante qui se distingue des *Tina* par la présence de cinq étamines seulement (au lieu de huit), nous croyons devoir y faire rentrer un arbre de la région centrale, qui peut atteindre 30^{m} de hauteur dans la forêt de la montagne d'Ambre et qui présente précisément les caractères génériques des *Tina*, sauf l'androcée réduite à cinq étamines. Cette espèce ne nous paraît pas d'ailleurs pouvoir être confondue avec le *Tinopsis apiculata* Radlk. Par contre, nous estimons devoir y rattacher le *Tina isoneura* Radlk. qui n'a que cinq étamines, ainsi que nous l'a montré l'échantillon type de l'herbier Hooker, et qui est en tous points semblable à notre *Tinopsis*, que nous appellerons donc *Tinopsis isoneura* Choux.

Enfin nous croyons devoir créer un genre nouveau pour une Cupaniée qui, par ses fruits biloculaires, est évidemment voisine des *Tina* et des *Tinopsis*, mais chez laquelle *les pétales,* au lieu de présenter sur leur face interne deux appendices bien distincts et toujours séparés par un intervalle net, *portent une pièce unique formant une sorte de lamelle qui occupe toute la largeur du pétale* et qui recouvre en hauteur un peu plus de la moitié ou même les trois quarts de ce pétale. Comme d'autre part *le nombre des étamines y varie entre cinq et sept* (les nombres cinq et six paraissant les plus fréquents) et qu'il n'y a jamais huit étamines, comme chez les *Tina*, il nous semble que ce sont là des caractères suffisants pour justifier la création d'un genre spécial, représenté par une espèce unique récoltée par M. Perrier de la Bathie dans le bassin du Haut-Bemarivo (région occidentale) et que nous appellerons *Bemarivea dissitiflora* Choux. C'est en effet à ce *Bemarivea dissitiflora* qu'il nous faut dès lors rapporter le *Cupania dissitiflora* Baker de la province de Befandriana (NO). L'examen des spécimens types de Baker ne peut laisser le moindre doute à cet égard et nous croyons que c'est par erreur que Palacky signale, dans son *Catalogus Plantarum Madagascariensium* (fasciculus 5, p. 53, Pragæ, 1907), le rapprochement qui aurait été opéré par M. Radlkofer entre le *Cupania dissitiflora* Baker et son *Tina isoneura,* devenu d'ailleurs pour nous le *Tinopsis isoneura.*

Ainsi *les Cupaniées seraient représentées à l'heure actuelle à Madagascar par dix-neuf espèces que l'on peut répartir en quatre genres, tous spéciaux à cette île*, sauf le genre *Molinæa* dont trois espèces existent à La Réunion et à l'île Maurice.

BOTANIQUE. — *L'accélération vasculaire dans la schizocotylie.* Note (¹) de M. A. TRONCHET, présentée par M. Molliard.

Dans une Note précédente (²) j'ai décrit plusieurs plantules anormales de *Dimorphotheca pluvialis* Mœnch parmi lesquelles se trouvaient deux échantillons schizocotyles (C et D). J'ai indiqué que la schizocotylie, dans ces deux exemples, était en corrélation avec une accélération vasculaire très marquée à la base cotylédonaire et au sommet de l'hypocotyle. Je me propose de décrire ici plus complètement cette accélération dans une autre germination de la même espèce.

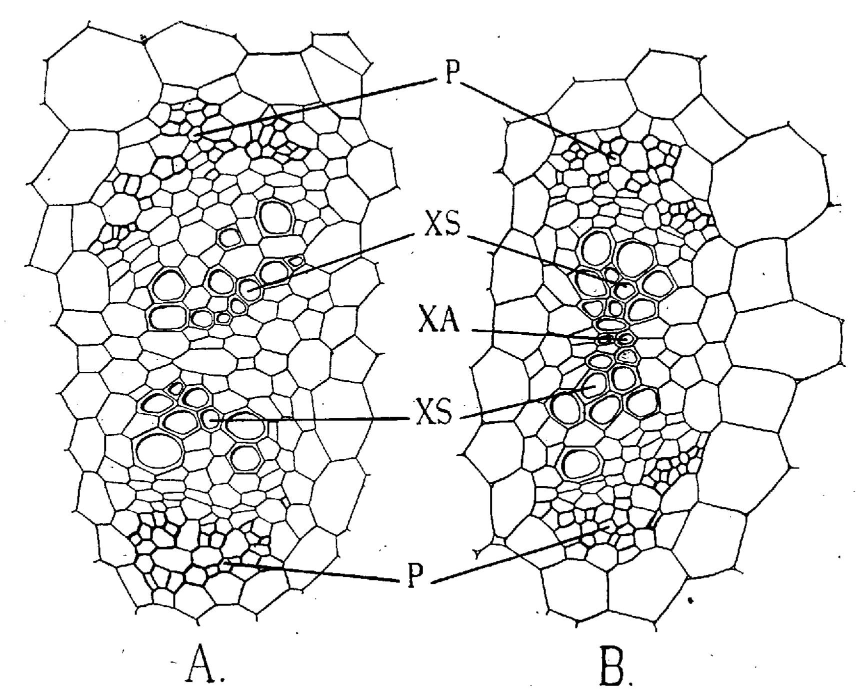
Il s'agit d'une plantule présentant deux cotylédons de forme différente : l'un est normal, l'autre divisé sur les deux tiers environ de sa longueur. Elle a été fixée au moment où commencent à se différencier les tubes criblés des groupes libéro-ligneux correspondant aux premières feuilles épicotylées. Au sommet de l'hypocotyle, dans la moitié de la coupe correspondant au cotylédon normal, se trouve un convergent parvenu au début de la phase superposée et dont les éléments alternes, encore bien visibles, sont placés dans le plan médian cotylédonaire. Il constitue plus haut la nervure médiane du cotylédon normal. Dans la moitié opposée de la coupe se trouvent deux ailes de convergent complètement séparées et correspondant à la nervure médiane de la portion basilaire du cotylédon bifurqué. Chacune de ces deux ailes est formée de vaisseaux intermédiaires et superposés et l'on n'observe entre elles aucune trace de vaisseaux alternes.

Cette différence d'accélération est encore plus manifeste dans les coupes passant par la base cotylédonaire. La figure B représente la nervure médiane du cotylédon normal, la figure A celle de la portion basilaire du cotylédon bifurqué coupées exactement au même niveau. La nervure médiane du cotylédon simple (B) est constituée par un convergent dont les vaisseaux appartiennent les uns à la phase alterne (XA), les autres à la phase superposée (XS). La nervure du cotylédon bifurqué (A) est formée de deux ailes de convergent entièrement superposées et complètement séparées par des éléments de conjonctif situés dans le plan médian. On n'observe entre elles aucun élément vasculaire alterne. L'accélération se manifeste ici par la suppression totale du xylème alterne et aussi, mais d'une façon

(¹) Séance du 29 juin 1925.

(²) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1862.

moins évidente, par le développement plus avancé des xylèmes superposés (XS) et des cloisons secondaires. Les deux ailes cribro-vasculaires constituent vers le haut les nervures médianes des deux lobes cotylédonaires.



Dimorphotheca pluvialis Mœnch. Plantule schizocotyle. Coupe de la base des cotylédons. A, nervure médiane du cotylédon bifurqué; B, nervure médiane du cotylédon normal; P, phloèmes; XA, xylème alterne; XS, xylèmes superposés.

Les nervures latérales et leurs traces dans l'hypocotyle se comportent de la façon habituelle. Enfin toutes les coupes transversales faites au-dessous du sommet de l'hypocotyle présentent la disposition binaire.

La morphologie externe et l'anatomie de cette plantule indiquent qu'elle est formée de deux phyllorhizes : l'une correspond au cotylédon simple; l'autre est divisée incomplètement dans sa portion foliaire qui constitue le cotylédon bifurqué. La division de ce dernier est accompagnée d'une exagération de l'accélération basifuge à la base cotylédonaire et au sommet de l'hypocotyle.

Dans la série de plantules schizocotyles de *D. pluvialis* que j'ai examinée, cette exagération de l'accélération basifuge à la base du cotylédon bifurqué n'est pas appréciable lorsque la division n'intéresse qu'une faible longueur du limbe. Elle semble être la règle dans les cas où la division atteint le voi-

sinage de la base cotylédonaire. L'absence du xylème médian dans la portion basilaire du cotylédon bifurqué a déjà été signalée dans certaines « hémitricotyles », mais ce fait, à ma connaissance, n'a jamais été nettement rattaché à l'évolution vasculaire.

PHYSIOLOGIE. — *Phénomènes unilatéraux consécutifs à la castration.* Note (¹) de M. **Alexandre Lipschutz**, présentée par M. Charles Richet.

J'ai communiqué une expérience (²) dans laquelle la vésicule séminale était asymétriquement développée chez un Cobaye qui avait subi la castration partielle, et chez lequel il n'y avait qu'un fragment testiculaire du pôle inférieur du côté gauche. Les vésicules du Cobaye sont sous la dépendance des hormones testiculaires : leur développement s'arrête et elles régressent d'une manière remarquable après la castration (*fig.* 2). Des fragments testiculaires conservés dans l'organisme se sont montrés capables de conditionner un développement normal symétrique des vésicules séminales (*fig.* 1). L'observation mentionnée avec phénomènes unilatéraux de castration était unique dans un nombre de 26 cas de castration unilatérale chez le Cobaye.

Dans le cours de recherches sur les effets de la castration unilatérale, j'ai rencontré quatre nouveaux cas avec phénomènes unilatéraux de castration.

Première expérience. — Souris blanche de 18ᵍ. Enlèvement du testicule droit. Quatre mois plus tard la vésicule séminale gauche était pleine de sécrétion, turgescente et blanchâtre comme chez l'animal normal, pendant que la vésicule droite était petite et grisâtre comme chez un animal châtré. Sept autres souris opérées de la même manière révélaient des vésicules séminales normales des deux côtés.

Deuxième expérience (³). — Cobaye, 480ᵍ. Enlèvement du testicule gauche et d'environ trois-quarts du testicule droit. Conservation d'un fragment testiculaire du pôle supérieur du testicule droit. Des signes de castration se développent sur le pénis. Sept mois et demi après la castration, l'inspection de la cavité abdominale révèle une différence très remarquable entre la vésicule séminale gauche et droite, la dernière étant environ de 2 ou 3ᶜᵐ plus longue et presque deux fois plus large que celle du côté

(¹) Séance du 2 juin 1925.

(²) Lipschutz, *Arch. f. Entw-Mech.*, 52, 1923, p. 495. — Voir aussi page 447 de mon livre *The internal secretions of the sex glands*, Cambridge, 1924.

(³) Les expériences 2 à 5 ont été faites avec M. H. E. V. Voss.

gauche. Les deux vésicules séminales sont turgescentes; le contenu de la vésicule séminale droite a la consistance d'une vésicule normale.

Troisième expérience. — Cobaye opéré (poids de 205g). Conservation d'un fragment du pôle supérieur du testicule gauche. Pas de changements dans le pénis pendant quatre mois, mais développement retardé. La longueur de la vésicule séminale gauche est de 7^{cm}, 5, la longueur de la vésicule droite de 6^{cm}, la vésicule droite moins large que la vésicule gauche, quoique mieux développée que chez un animal châtré; poids du fragment testiculaire, 100^{mg}.

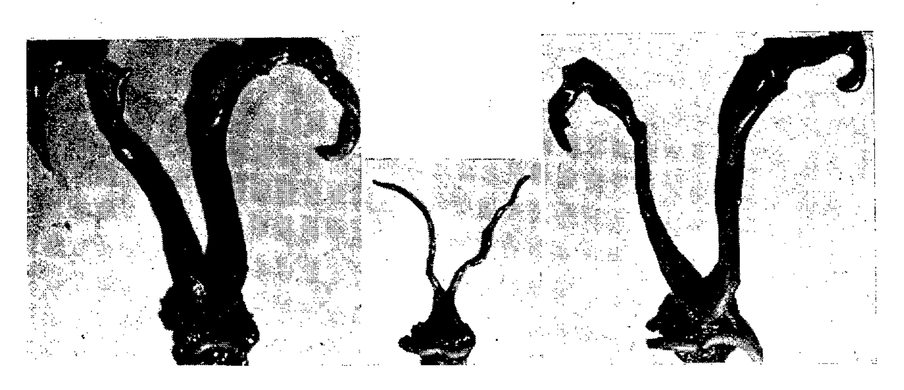


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1. — Vésicules séminales normalement développées d'un Cobaye de 450g avec fragment testiculaire du côté gauche. 4 mois et demi après la castration partielle. × 0,75.

Fig. 2. — Vésicules séminales d'un Cobaye de 600g châtré plus de 5 mois avant, alors qu'il avait un poids de 545g. Notez aussi l'atrophie de la glande prostatique et du *vas deferens*. × 0,75.

Fig. 3. — Vésicules séminales d'un Cobaye de 430g avec fragment testiculaire. 4 mois après la castration partielle. La vésicule est mieux développée du côté gauche où se trouvait le fragment testiculaire (pôle supérieur du testicule). × 0,75.

(Photographies de S. Vešnjakov.)

Quatrième expérience (*fig.* 3). — Animal de la même portée que le précédent, opéré à un poids de 205g. Fragment du pôle supérieur du testicule gauche. Développement normal des appareils accessoires du pénis pendant quatre mois. La vésicule droite considérablement moins développée que chez un animal châtré (voir la photographie), autant en longueur qu'en largeur. Poids du fragment testiculaire, 80^{mg}.

Cinquième expérience (mentionnée à titre de contrôle). — Cobaye de la même portée que les deux précédents, opéré à un poids de 190g. Fragment du pôle supérieur du testicule gauche. Pas de signes de castration sur le pénis pendant quatre mois. Développement normal maxima des vésicules séminales des deux côtés. Fragment testiculaire extrêmement petit, non pesé.

Le fait que des signes unilatéraux de castration ont pu être observés cinq fois dans un nombre total d'environ cinquante expériences avec castration unilatérale ou avec des fragments testiculaires et *toujours du côté où la cas-*

tration était complète, démontre avec netteté que le phénomène est causé par l'intervention opératoire.

Comment s'expliquer ce phénomène? Normalement les vésicules séminales ne se remplissent pas chez le Cobaye de la sécrétion testiculaire ou épididymaire. On ne pourrait par conséquent croire que le phénomène ait été causé par manque de dilatation, comme c'est le cas avec l'épididyme qui diminue, malgré la présence des hormones testiculaires, si la sécrétion testiculaire ne peut pas passer par les voies excrétrices. Comme je l'ai soutenu antérieurement ([1]), il existe évidemment entre la glande génitale et les caractères sexuels des relations morphogénétiques autres que celles de l'ordre hormonale. Je ne saurais pas dire quel est le mécanisme d'une telle relation dans les cas observés.

Conclusions. — Des phénomènes unilatéraux consécutifs à la castration unilatérale ont été observés. Dans quatre nouvelles expériences (une chez la Souris blanche, trois chez le Cobaye) la vésicule séminale était considérablement moins développée du côté où le testicule manquait complètement. On doit donc supposer qu'il existe, outre les hormones, d'autres moyens de relation morphogénétique entre la glande génitale et les caractères sexuels.

ÉNERGÉTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le travail dans la marche.* Note ([2]) de MM. **Henri Pottevin** et **Robert Faillie**, présentée par M. J. Breton.

Les calculs du travail développé dans la marche, établis comme on l'a fait depuis Marey, ont donné des résultats qu'il est difficile de considérer comme définitifs; car ils présentent, d'un expérimentateur à l'autre, des écarts considérables; et, dans l'ensemble, ils ne paraissent pas en harmonie avec évaluations, les plus sûres, de la dépense énergétique.

Nous avons pensé que la question méritait d'être reprise. Pour l'étude expérimentale du phénomène nous avons adopté une technique très simple qui, cependant, permet d'analyser les déplacements du centre de gravité, dans son oscillation verticale, avec beaucoup de précision.

Notre dispositif est le suivant: le sujet porte à la hauteur de la symphyse pubienne un éclateur relié à deux frotteurs constitués par des plaques

([1]) Lipschütz, *Die Pubertätsdrüse u. ihre Wirkungen*, Berne 1919, p. 429 et 430.

([2]) Séance du 6 juillet 1925.

métalliques fixées aux épaules. Les plaques peuvent entrer en contact avec deux fils conducteurs tendus entre deux supports et reliés aux deux pôles d'une bobine excitée par le courant alternatif du secteur, rompu par un interrupteur synchrone. L'étincelle se produit aux bornes de l'éclateur 42 fois par seconde. C'est la période du secteur, très constante, comme nous l'avons vérifié. La lumière est condensée et reçue dans un appareil photographique, qui donne, sur plaque fixe, une série d'images constituant une courbe pointillée (courbes 1 et 2), où se repèrent les positions successives du centre de gravité.

L'observation de ces courbes montre que le déplacement du centre de gravité, se fait avec une vitesse linéaire qui va croissant depuis le point haut de l'oscillation jusqu'au point bas. Elle est maxima à la fin du pas, au moment du double appui. Nous nous sommes proposé de rechercher dans quelle mesure la force vive acquise pouvait être utilisée pour la phase ascensionnelle de l'oscillation suivante.

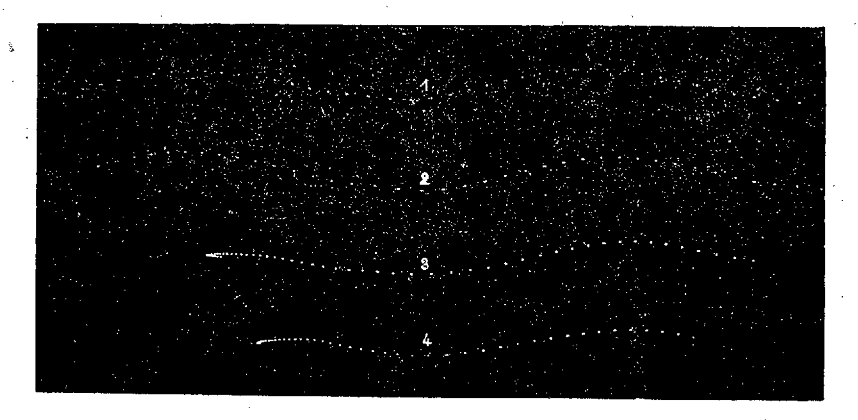
Nous avons institué des expériences qui se rattachent, quant au principe, à la méthode bien connue du pendule balistique. Le sujet préalablement entraîné à cet exercice, d'ailleurs assez simple, cesse, au moment où se réalise le double appui, toutes contractions musculaires, à l'exception de celles qui sont nécessaires pour maintenir invariable la forme du corps. Dans ces conditions le mouvement se continue seulement en vertu de la force-vive acquise, il se réduit à une rotation autour de l'articulation tibio-tarsienne. Le centre de gravité s'élève pendant un certain temps, comme on le voit sur les courbes 3 et 4. On peut, en effectuant, à la machine à diviser, des mesures sur les clichés, évaluer la hauteur à laquelle il a rebondi.

Voici les résultats de deux séries d'expériences. Ils sont exprimés par le rapport de la hauteur à laquelle le centre de gravité rebondit, après arrêt, à la hauteur totale de son oscillation au cours du pas. Les sujets marchaient à la vitesse horaire moyenne de 4500^{m}.

Marche sur sol élastique (trottoir roulant de Langlois). — Dix-huit expériences faites avec quatre sujets ont donné des nombres tous compris entre 0,50 et 0,64. Les moyennes sont peu différentes d'un sujet à l'autre. La moyenne générale est 0,59.

Marche sur sol dur (parquet). — Un sujet portant des chaussures à semelles minces, a donné comme moyenne de quatorze expériences : 0,49. Un sujet marchant sur semelles épaisses et élastiques, a donné comme moyenne de dix expériences : 0,55. Pour chaque sujet, les écarts d'une

expérience à l'autre sont du même ordre que dans le cas de la marche sur sol élastique.



D'une façon générale on peut dire que l'énergie disponible, sous forme de force vive, au moment où se produit le double appui, représente toujours une fraction notable, et variable avec la nature de la surface portante, de celle qu'absorbe la phase ascensionnelle de l'oscillation suivante. C'est le complément, seulement, qui devra être fourni par l'effort musculaire.

Nous reprendrons, sur ces données, l'évaluation du travail développé dans la marche.

La séance est levée à 15^h 10^m.

É. P.

ERRATA.

(Séance du 22 février 1925.)

Note de M. *Fred Vlès*, Sur la mesure spectrophotométrique du P_H :

Page 586, ligne 8, colonne 4, *au lieu de* +0,05, *lire* —0,05; ligne 11, au lieu de *Bromthymol-blue*, lire *Brom-phenol-blue*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant les troisième et quatrième trimestres 1924, qui n'ont pas été mentionnées sur les listes des premier et deuxième trimestres. (*Suite.*)

Sociedad española de antropologia, etnografia y prehistoria (*Actas y memorias*). Madrid.
Societas scientiarum fennica (*Arsbok*). Helsingfors.
Societatea romana de sciinte (*Buletinul de chimie*). Bucuresti.
— (*Buletinul de stiinte*). Bucuresti.
Société agricole scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales. Perpignan.
Société d'encouragement pour l'industrie nationale (*Compte rendu*). Paris.
Société de secours des amis des sciences (*Compte rendu*). Paris.
Société des Sciences et Arts de Vitry-le-François. Saint-Dizier.
Solar physics Observatory (*Annual report*). Cambridge.
Spolia zeylanica. Colombo.
Sprawozdania i Prace. Warszawa.
Stanford University Publications. Stanford (California).
State of New-York, Department of Labor Bulletin. Albany.
Statistiek van Nederland. S' Gravenhage.
Sud-Est (*Le*). Grenoble.
Suomen geodeettisen laitoksen julkaisuja. Helsingfors.
Svenska landsmal ock svenskt folklir. Stockholm.
Sveriges geologiska undersækning. Stockholm.
Sveriges offentliga bibliotek (*Accessions Katalog*). Stockholm.

Tableau général des distances pour la navigation. Paris.
Technology Papers of the Bureau of Standards. Washington.
Technology Reports of the Tohoku-Imperial University. Sendai.
Tide Tables for the Eastern Coasts of Canada. Ottawa.
Tide Tables for the Pacific Coast of Canada. Ottawa.
Trabajos del Laboratorio de histopathologia. Madrid.
Trabajos del Museo de ciencias naturales de Barcelona. Barcelona.
Transactions of the Academy of Science of Saint-Louis. Saint-Louis.
Transactions of the Cambridge Philosophical Society. Cambridge (Great Britain).
Transactions of the Central Aero-hydrodynamical Institute. Moscow.
Transactions of the Experimental Institute of Silicates. Moscow.
Transactions of the Institute of Economic Mineralogy and Petrography. Moscow.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUILLET 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. le professeur **Odon de Buen**, de l'Université de Madrid, qui assiste à la séance.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution de la diméthylcyclopentanone et de la diméthylcyclohexanone d'alcoylation obtenues par la méthode à l'amidure de sodium.* Note (1) de MM. **A. Haller** et **R. Cornubert**.

Nous avons montré précédemment (2) que la diméthylcyclohexanone d'alcoylation obtenue par la méthode à l'amidure de sodium, traitée par l'aldéhyde benzoïque sous l'influence de l'acide chlorhydrique, donnait naissance à la combinaison benzylidénique de l'αα-diméthylcyclohexanone, à un composé de formule $C^{22}H^{24}O^{2}$ dérivant de l'αα'-diméthylcyclohexanone et enfin à une substance fondant à 119-120° (corr.) dont la nature n'a pas encore été établie. Nous allons montrer dans la présente Note que ce dernier corps est engendré par l'α-méthylcyclohexanone.

Cette démonstration a exigé une étude de la condensation de cette cétone avec l'aldéhyde benzoïque non seulement sous l'influence de l'acide chlorhydrique, mais encore sous l'influence de l'éthylate de sodium.

Condensation de l'α-méthylcyclohexanone et de l'aldéhyde benzoïque sous l'influence de l'éthylate de sodium. — Trois opérations ont été effectuées qui

(1) Séance du 15 juillet 1925.

(2) A. Haller et R. Cornubert, *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 700, et 180, 1925, p. 1988.

ont porté chacune sur 15g de cétone (1^{mol}) qui ont été mélangés à 14g d'aldéhyde (1^{mol}) et additionnés ensuite d'une solution de 3g,3 de sodium dans 150^{cm^3} d'alcool. Par abandon à elle-même, la matière n'a pas tardé à se prendre en masse en se colorant finalement en jaune orangé. Au bout de 24 heures le produit a été traité à la manière habituelle. On a ainsi obtenu : 1° 30g d'une matière fondant à 60° (1) qui est la combinaison benzylidénique de l'α-méthylcyclohexanone; cette dernière, traitée par 2^{mol} de chlorhydrate de semicarbazide à froid, en présence d'acétate de sodium, engendre, en milieu alcoolique, une semicarbazone fondant à 214-215° (corr.); 2° une petite quantité d'une substance fondant à 143-144° dont nous n'avons malheureusement pas pu faire l'analyse faute de matière.

Condensation de l'α-méthylcyclohexanone et de l'aldéhyde benzoïque sous l'influence de l'acide chlorhydrique. — Deux opérations (portant chacune sur 30g de cétone) ont été faites donnant des résultats identiques. 30g de cétone régénérée de sa combinaison bisulfitique (1^{mol}) ont été mélangés à 29g d'aldéhyde (1^{mol}) et dans le mélange on a fait passer de l'acide chlorhydrique sec à saturation à — 15°; le liquide est devenu rouge et visqueux. Au bout de 48 heures de contact on a traité à la manière habituelle. 8g de cétone ont été récupérés par entraînement à la vapeur et de la portion non entraînable nous avons finalement isolé en particulier : 1° 18g d'un liquide assez mobile passant à 182-183° sous 25^{mm} et 2° 10g (1re opération) et 11g (2e opération) d'une matière passant à 240-260° sous 35^{mm}.

Dans le liquide distillant à 182-183°, nous avons pu déceler la combinaison benzylidénique de l'α-méthylcyclohexanone par sa semicarbazone.

Les portions 240-260° ont été traitées séparément; ce sont des produits jaunes extraordinairement visqueux dans lesquels un agitateur laisse une empreinte sans pouvoir pénétrer. Reprises par l'alcool bouillant, ces deux portions ont donné respectivement, après purification dans le même solvant, 5 et 6g d'un composé blanc fondant à 120° (corr.).

État du produit fondant à 120° (corr.). — Ce corps, par cristallisation dans l'alcool, se présente en aiguilles; il est soluble dans l'alcool bouillant, peu soluble dans l'alcool froid, très soluble dans le benzène froid. L'analyse de ces aiguilles a montré qu'elles répondent à la formule $C^{21}H^{22}O^2$, ce qui en fait une combinaison de 2^{mol} d'aldéhyde avec 1^{mol} de cétone par perte d'une molécule d'eau. Ce corps, après fusion, se

(1) Wallach donne ce corps comme étant un liquide huileux (*Terpene und Campher*, 2e édition, p. 418).

transforme par refroidissement en une masse vitreuse, ne reprenant que très lentement l'état cristallin et ceci après amorçage avec des cristaux fondant à 120°. La mesure du poids moléculaire, effectuée par cryoscopie dans le benzène, nous a conduit au nombre 285,5 au lieu de 306 qui correspond à la formule précédente. Du benzène ce corps se sépare en gros cristaux transparents fondant à 91-92° (inst.) avec décomposition, une nouvelle détermination du point de fusion donnant alors 108-118°. Ce corps fondant à 91-92° comporte du benzène de cristallisation; lorsqu'on l'isole par cristallisation troublée, il répond à la formule $C^{21}H^{22}O^{2}\frac{1}{2}C^{6}H^{6}$, tandis que lorsqu'on l'obtient en gros cristaux il correspond sensiblement à la formule $C^{21}H^{22}O^{2}C^{6}H^{6}$. Ces cristaux, abandonnés à l'air libre, perdent spontanément leur benzène en 60 heures environ; la perte de poids des cristaux obtenus par cristallisation troublée a été de 11,6 pour 100 (th. pour $C^{21}H^{22}O^{2}\frac{1}{2}C^{6}H^{6}$ 11,3 pour 100). Ce corps nous a donné une oxime fondant à 224-226° (corr.)

Tous ces caractères ont pu être retrouvés avec le corps fondant à 119-120° (corr.) extrait des produits engendrés dans les mêmes conditions par la diméthylcyclohexanone d'alcoylation.

En nous inspirant de ce que nous avons dit dans notre précédente Note relativement aux composés caractéristiques de la diméthylcyclopentanone et de la diméthylcyclohexanone symétriques, ce composé fondant à 120° (corr.) peut *a priori* répondre soit à la formule I, soit à la formule II.

```
                 CH2
             CH2/   \CH2
C6H5—CH = C          C — CHOH — C6H5
             \     /  \CH3
               CO
               I.

                        CH2
                   CH2/      \CH2
                    |         |
                    CH        C — CH3
                    | \CO/ |
        C6H5 — CH               CH — C6H5
                    \         /
                         O
                        II.
```

Nous avons, par suite, cherché à mettre en évidence l'hydroxyle que laisse prévoir la formule I, mais nous n'avons pu obtenir ni dérivé acétylé, ni phényluréthane. Nous admettrons donc que le composé $C^{21}H^{22}O^{2}$ engendré par l'α-méthylcyclohexanone et l'aldéhyde benzoïque, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, répond à la formule II.

Généralisation de la réaction entre des α-dialcoylcyclohexanones symétriques et l'aldéhyde benzoïque sous l'influence de l'acide chlorhydrique. —

Nous avons montré précédemment (1) que la méthyléthylcyclohexanone obtenue par éthylation de l'α-méthylcyclohexanone, après sodation à l'amidure de sodium, fournissait une combinaison benzylidénique fondant à 78-78°,5 dérivant évidemment de la cétone dissymétrique, et un composé fondant à 148-150° répondant sensiblement à la formule $C^{23}H^{26}O^{2}$; d'après les résultats que nous venons d'acquérir, ce dernier corps doit relever de l'α-méthyléthylcyclohexanone symétrique.

De plus, la méthyl-*n*-propylcyclohexanone d'alcoylation (2) donne, à côté de quantités considérables d'un composé de formule $C^{17}H^{22}O$ fondant à 25° et représentant la combinaison benzylidénique de l'αα-méthyl-*n*-propylcyclohexonone, une toute petite quantité d'une substance fondant à 136-137° (corr.) répondant à la formule $C^{24}H^{28}O^{2}$ et provenant évidemment de l'α-méthyl-α'-*n*-propylcyclohexanone.

A ces corps fondant respectivement à 148-150° et 136-137°, nous attribuerons des formules tétrahydropyroniques du type II.

Conclusions. — Nous pouvons, de la manière suivante, résumer nos recherches sur ces questions (3) :

1° La diméthylcyclopentanone d'alcoylation préparée par la méthode à l'amidure de sodium contient une petite quantité d'αα'-diméthylcyclopentanone (au plus 5 pour 100) à côté de quantités très importantes d'isomère dissymétrique (au moins 95 pour 100). La réaction avec l'aldéhyde benzoïque, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, permet de caractériser simultanément ces deux isomères, la cétone dissymétrique donnant une combinaison benzylidénique et la cétone symétrique une substance à laquelle nous accordons une structure tétrahydropyronique par analogie avec des résultats acquis par d'autres auteurs.

2° L'α-méthylcyclohexanone se combine à l'aldéhyde benzoïque en donnant soit une combinaison benzylidénique sous l'influence de l'éthylate de sodium, soit en particulier un dérivé tétrahydropyronique sous l'influence de l'acide chlorhydrique. L'α-dyméthylcyclohexanone symétrique se combine également à cette aldéhyde sous l'influence de l'acide chlorhydrique en donnant encore une substance du type tétrahydropyronique. La diméthylcyclohexanone d'alcoylation, préparée par la méthode à

---

(1) A. HALLER et R. CORNUBERT, *Comptes rendus*, **170**, 1920, p. 973.

(2) R. CORNUBERT, travaux non publiés.

(3) *Comptes rendus*, **176**, 1920, p. 700 et 973; **179**, 1924, p. 315; **180**, 1925, p. 1988, et la présente Note.

l'amidure de sodium et purifiée par battage au bisulfite, est constituée par un mélange très riche en diméthylcyclohexanone dissymétrique (80 pour 100 au moins) souillée d'un peu de cétone diméthylée symétrique et d'un peu d' α-méthylcyclohexanone non éliminée par ce réactif. Cette condensation avec l'aldéhyde benzoïque sous l'influence de l'acide chlorhydrique permet la caractérisation simultanée de ces trois cétones, même lorsque la première existe pour 80 pour 100 dans le mélange.

3° La réaction de condensation entre les méthylcyclopentanone et diméthylcyclohexanone symétriques et l'aldéhyde benzoïque s'observe aussi avec d'autres α-dialcoylcyclanones symétriques et avec d'autres aldéhydes aromatiques.

M. **Paul Appell** fait hommage à l'Académie d'une *Notice sur ses travaux scientifiques* et d'une Note intitulée : *Quelques intégrales définies se rattachant à la constante d'Euler*.

PLIS CACHETÉS.

M. **Henri Dehérain**, chargé par feu Mlle **Antoinette Janssen** de publier les travaux de son père **Jules Janssen**, demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 12 septembre 1859 et inscrit sous le n° 1862.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note sur *une propriété de l'œil relativement à la chaleur rayonnante*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une *Carte géologique des Préalpes entre Montreux et le Moléson et du Mont Pèlerin*, par Elie Sagnebin. (Présenté par M. P. Termier.)

2° W. Kopaczewski. *L'état colloïdal et l'industrie*. Tome premier : *Industries des colloïdes. Historique. État colloïdal. Colloïdes naturels et artificiels.* (Présenté par M. A. d'Arsonval.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de trois candidats au poste de Directeur des essais, qui sera vacant le 1er octobre prochain, à l'*Administration des monnaies et médailles*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode, basée sur le principe du minimum, pour l'intégration approchée des équations différentielles.* Note (¹) de M. **Nicolas Kryloff**, présentée par M. Appell.

Bien des auteurs (²) ont appliqué le procédé, indiqué par M. Boussinesq (³), lequel pour l'intégration approchée du système différentiel

$$(1)\qquad \begin{cases} h(y) = \dfrac{d^2y}{dx^2} + \mathrm{A}(x)\,y = f(x); \\ y(a) = y(b) = 0, \end{cases}$$

revient à rendre minimum le carré moyen de l'erreur

$$(2)\qquad \mathrm{I} = \int_a^b [h(y) - f(x)]^2\,dx,$$

au moyen de séries terminées de la forme

$$(3)\qquad y_m = \sum_1^m a_i^{(m)}\,\varphi_i(x),$$

où les $\varphi_i(x)$ sont des fonctions facilement calculables (par exemple les sinus) vérifiant les conditions prescrites aux frontières : $\varphi_i(a) = \varphi_i(b) = 0$. Or *la convergence du procédé*, paraît-il, n'a été établie jusqu'ici que dans un cas bien particulier, $\mathrm{A}(x) = \text{const.}$, traité dans une de mes précédentes Notes aux *Comptes rendus* (⁴). Pour démontrer la convergence dans le cas général (⁵), remarquons que les conditions de minimum combinées avec (1)

(¹) Séance du 6 juillet 1925.

(²) Voir par exemple M. Paschoud, *Sur l'application de la méthode de W. Ritz, etc.*, p. 34-38 (Thèse, Gauthier-Villars, 1914).

(³) Boussinesq, *Théorie de la chaleur*, **1**, p. 316.

(⁴) N. Kryloff, *Sur un procédé de M. Boussinesq* (*Comptes rendus*, **161**, 1915, p. 558).

(⁵) Nous nous bornerons au cas simple du système (1), car la généralisation des raisonnements qui suivent aux cas plus compliqués est immédiate.

peuvent revêtir, comme il est aisé de le voir, la forme suivante :

$$\int_a^b h(y-y_m)\,h(\varphi_n)\,dx=0, \tag{4}$$

où $n \leqq m$ et $y(x)$ est l'intégrale de (1), dont l'existence est démontrée par les méthodes usuelles de la physique mathématique ; en dénotant par $Y_m=\sum_1^m A_i^{(m)}\varphi_i(x)$ la somme de M. L. Féjèr (ou de M. D. Jackson), on a

$$\int_a^b h(y-y_m)\,h(Y_m-y_m)\,dx=0;$$

or $Y_m-y_m=y-y_m+Y_m-y$, donc

$$\int_a^b [h(y-y_m)]^2\,dx=\int_a^b h(y-y_m)\,h(Y_m-y)\,dx;$$

en vertu de l'inégalité de Bouniakowsky-Schwartz, on obtient

$$\int_a^b [h(y-y_m)]^2\,dx \leqq \int_a^b [h(Y_m-y)]^2\,dx; \tag{5}$$

si donc les fonctions $\varphi_i(x)$ sont telles que l'on peut fixer l'ordre non seulement de $|Y_m-y|$ mais encore de

$$\left|\frac{d^2 Y_m}{dx^2}-\frac{d^2 y}{dx^2}\right|, \tag{6}$$

moyennant bien entendu certaines hypothèses restrictives imposées à $A(x)$ et $f(x)$ (¹), on tire de (6)

$$\int_a^b [h(y-y_m)]^2\,dx<\varepsilon_m, \tag{7}$$

où l'ordre de ε_m est fixé ; la simple supposition de la continuité de $A(x)$ et de $f(x)$ suffit pour conclure que $\lim\limits_{m\to\infty}\varepsilon_m=0$ et alors, moyennant une hypothèse complémentaire relative à $A(x)$ ci-dessous explicitée, on trouve aussi que la méthode d'approximation de l'intégrale de (1), est convergente comme nous allons le voir. En intégrant par parties on a évidemment

$$\int_a^b \left\{\left[\frac{d(y-y_m)}{dx}\right]^2-A(x)[y-y_m]^2\right\}dx=\int_a^b h(y-y_m)[y_m-y]\,dx$$

(¹) En supposant par exemple que $A(x)$ et $f(x)$ vérifient la condition de Lipschitz, et ceci est permissible au point de vue d'ingénieur, car la condition de Lipschitz d'ordre un peut être, dans une certaine mesure, vérifiée sur le dessin.

donc si (¹) $A(x) \leqq 0$ on a d'après l'inégalité Bouniakowsky-Schwarz :

$$\int_a^b \left[\frac{d(y-y_m)}{dx}\right]^2 dx < \sqrt{\varepsilon_m(b-a)}\,\|y-y_m\|, \quad \text{où} \quad |y-y_m| \leqq \|y-y_m\|,$$

$$(8) \qquad |y-y_m| < (b-a)^{\frac{3}{2}}\sqrt{\varepsilon_m},$$

ce qui prouve la convergence du procédé et donne même l'ordre de l'approximation. En utilisant les inégalités (7) et (8) on peut fixer l'ordre de

$$\int_a^b [y'(x) - y'_m(x)]^2\,dx = \int_a^b [r'_m(x)]^2\,dx;$$

$$\int_a^b [y''(x) - y''_m(x)]^2\,dx = \int_a^b [r''_m(x)]^2\,dx;$$

$$[r'_m(\xi)]^2 < \frac{\int_a^b [r'_m(x)]^2\,dx}{(b-a)} + \frac{2}{(b-a)}\sqrt{\int_a^b [r'_m(x)]^2\,dx \int_a^b [r''_m(x)]^2\,dx},$$

et ceci non seulement donne la convergence des premières dérivées des suites minimantes vers la dérivée de l'intégrale de (1) mais fixe aussi l'ordre de $\left|\frac{dx}{dy} - \frac{dy_m}{dx}\right|$. Bien des restrictions imposées aux données du problème dépendent seulement du mode de démonstration ; nous en reparlerons ultérieurement; la méthode basée sur la minimisation de l'intégrale (2) prendra sa place légitime parmi les méthodes d'intégration approchée des équations différentielles de la physique mathématique.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la solution de l'équation intégrale de M. V. Romanovsky.* Note de M. **R.-A. Fisher**, présentée par M. Émile Borel.

En 1915, j'ai fait connaître (²) la distribution des moments du second ordre d'une série de s épreuves de deux quantités variables à distribution normale sous une forme, qui, suivant la notation de M. V. Romanovsky (³),

(¹) C'est-à-dire en nous bornant actuellement au cas où est valable la démonstration de la méthode de W. Ritz, proprement dite; nous nous réservons de revenir au cas $A(x) > 0$ prochainement.

(²) *Biometrika*, **10**, 1915, p. 507.

(³) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1897-1899.

peut s'écrire

$$f(\xi, \eta, \zeta) = \frac{2^{s-3}}{\pi(s-3)!}(AB - C^2)^{\frac{s-1}{2}} e^{-A\xi - B\eta - 2C\zeta}(\xi\eta - \zeta^2)^{\frac{s-4}{2}},$$

M. Romanovsky arrive, par une méthode très élégante, à l'équation intégrale

$$\int_0^\infty d\xi \int_0^\infty d\eta \int_{-\infty}^\infty f(\xi, \eta, \zeta)\, e^{\alpha\xi + \beta\eta + \gamma\zeta}\, d\zeta = \varphi(\alpha, \beta, \gamma),$$

où

$$\varphi(\alpha, \beta, \gamma) = (AB - C^2)^{\frac{s-1}{2}} \left\{ (A-\alpha)(B-\beta) - \left(C + \frac{1}{2}\gamma\right)^2 \right\}^{-\frac{s-1}{2}}.$$

Il est évident que ζ, le moment des produits, ne se trouve jamais hors des limites $\pm\sqrt{\xi\eta}$; par conséquent l'équation intégrale peut s'écrire

$$\int_0^\infty d\xi \int_0^\infty d\eta \int_{-\sqrt{\xi\eta}}^{+\sqrt{\xi\eta}} f(\xi, \eta, \zeta)\, e^{\alpha\xi + \beta\eta + \gamma\zeta}\, d\zeta = \varphi(\alpha, \beta, \gamma).$$

Pour montrer que cette équation est satisfaite par la solution donnée ci-dessus, remarquons que

$$\int_{-\sqrt{\xi\eta}}^{+\sqrt{\xi\eta}} e^{(2C+\gamma)\zeta}(\xi\eta - \zeta^2)^{\frac{s-4}{2}}\, d\zeta = (\xi\eta)^{\frac{s-3}{2}} \int_{-1}^{+1} e^{kt}(1-t^2)^{\frac{s-4}{2}}\, dt$$

$$= (\xi\eta)^{\frac{s-3}{2}} \sum_0^\infty \left\{ \frac{\Gamma\left(\frac{s-2}{2}\right)\Gamma\left(\frac{2g+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{s+2g-1}{2}\right)} \frac{k^{2g}}{(2g)!} \right\}$$

$$= \sum_0^\infty \left\{ (\xi\eta)^{\frac{s+2g-3}{2}} \frac{\Gamma\left(\frac{s-2}{2}\right)\sqrt{\pi}}{\Gamma\left(\frac{s+2g-1}{2}\right)} \frac{\left(C + \frac{1}{2}\gamma\right)^{2g}}{g!} \right\}$$

$$[k = (2C + \gamma)\sqrt{\xi\eta}].$$

En intégrant par rapport à ξ et η, on trouve

$$\frac{\Gamma\left(\frac{s-1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{s-2}{2}\right)\sqrt{\pi}}{(A-\alpha)^{\frac{s-1}{2}}(B-\beta)^{\frac{s-1}{2}}} \sum_0^\infty \left\{ \frac{\Gamma\left(\frac{s+2g-1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{s-1}{2}\right) g!} \frac{\left(C + \frac{1}{2}\gamma\right)^{2g}}{(A-\alpha)^g (B-\beta)^g} \right\}$$

$$= \frac{\pi(s-3)!}{2^s} \left\{ (A-\alpha)(B-\beta) - \left(C + \frac{1}{2}\gamma\right)^2 \right\}^{-\frac{s-1}{2}}$$

et l'équation est satisfaite.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques généralisations des fonctions presque périodiques.* Note (1) de M. **W. Stepanoff**, présentée par M. Hadamard.

M. H. Bohr a développé la théorie des fonctions presque périodiques (2) d'une variable réelle. Sa définition s'applique aux fonctions continues (même uniformément continues) dans tout le domaine $(-\infty, +\infty)$. Je vais proposer quelques généralisations de la définition de la presque périodicité qui étendent cette notion d'abord aux fonctions mesurables, puis aux fonctions sommables et enfin aux fonctions à carré sommable.

1. Nous dirons qu'*une fonction complexe* mesurable d'une variable réelle $f(x) = u(x) + iv(x)$, *définie presque partout pour* $-\infty < x < +\infty$, *est presque périodique* (I) *lorsque à tout couple de nombres positifs* $\varepsilon < 1$ *et* d *on peut faire correspondre une longueur* $l(\varepsilon, d)$ *telle que chaque intervalle* $(X, X+l)$ *contienne une au moins « presque période »* τ *de* $f(x)$; la « presque période » τ jouit en ce cas de la propriété suivante : l'inégalité

$$|f(x+\tau) - f(x)| \leqq \varepsilon$$

se trouve vérifiée pour toutes les valeurs de x, sauf pour un ensemble ayant son épaisseur moyenne $\leqq \varepsilon$ dans tout intervalle de longueur d.

On peut démontrer les propriétés suivantes de cette classe de fonctions : α. Soit $f(x)$ une fonction presque périodique (I); étant donné un nombre positif d et deux nombres ε', ε'' avec $0 < \varepsilon' < \varepsilon'' < 1$, on peut assigner un nombre $\delta > 0$ tel que si τ' est une presque période de f relative à ε', d, chaque nombre τ'' vérifiant l'inégalité $|\tau'' - \tau'| < \delta$ est une presque période de f relative à ε'', d; β. la somme et le produit de deux fonctions presque périodiques (I) sont aussi presque périodiques (I); γ. une série de fonctions presque périodiques (I) $\sum_1^\infty f_k(x)$ converge en mesure vers une fonction de la même nature, si, à tout couple de nombres $\varepsilon > 0$ et $d > 0$ donnés, on peut faire correspondre un nombre naturel N tel que pour $n \geqq N$ on ait

$$\left| \sum_{n+1}^{n+m} f_k(x) \right| \leqq \varepsilon$$

(1) Séance du 15 juillet 1925.

(2) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 737 et 1090; *Acta mathematica*, 45, 1924, p. 29.

partout, sauf pour un ensemble de valeurs de x d'une épaisseur moyenne $\leqq \varepsilon$ dans tout intervalle de longueur $= d$.

Si nous supposons qu'une fonction de cette classe est uniformément continue, nous retrouvons les fonctions presque périodiques de M. Bohr.

2. Nous dirons qu'*une fonction $f(x)$ est presque périodique* (II) *lorsque $f(x)$ est sommable et qu'aux deux nombres positifs donnés ε, d, il correspond un nombre $l(\varepsilon, d)$ tel que tout intervalle de longueur l contient une* presque période τ *jouissant de la propriété suivante : pour tout nombre réel α, on a*

$$\frac{1}{d}\int_{\alpha}^{\alpha+d} |f(x+\tau)-f(x)|\,dx \leqq \varepsilon.$$

La classe des fonctions presque périodiques (II) est contenue dans la classe (I). La condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction presque périodique (I) appartienne à la classe (II) s'énonce comme il suit : $f(x)$ doit être *uniformément sommable* pour $-\infty < x < +\infty$ dans le sens qu'à tout couple de nombres positifs donnés ε, d on peut faire correspondre $\delta > 0$ tel que l'inégalité

$$\int_{E} |f(x)|\,dx < \varepsilon$$

est vérifiée pour tout ensemble mesurable E avec mes $E < \delta$ et diamètre de $E \leqq d$.

Les fonctions presque périodiques (II) possèdent les propriétés suivantes, dont la plupart sont des généralisations de celles découvertes par M. Bohr : α. la somme de deux fonctions presque périodiques (II) est elle-même presque périodique (II); β. une série de fonctions presque périodiques (II) converge en moyenne (à l'exposant 1) vers une fonction de la même nature, si ε et d étant donnés on peut trouver un nombre naturel N tel que l'on a

$$\frac{1}{d}\int_{\alpha}^{\alpha+d} \left| \sum_{n+1}^{m+n} f_x(x) \right| dx < \varepsilon$$

pour tout α réel et tout $n \geqq N$; γ. il existe une valeur moyenne de $f(x)$:

$$M\{f(x)\} = \lim_{T=\infty} \int_{0}^{T} f(x)\,dx;$$

δ. il appartient à chaque fonction presque périodique (II) une série de Fourier généralisée : $f(x) \sim \Sigma A_n e^{i\Lambda_n x}$, les coefficients A_n tendant vers zéro quand n augmente indéfiniment; dans le cas où $f(x)$ est périodique, cette

série devient la série ordinaire de Fourier-Lebesgue; ε la fonction

$$F(x)=\int_{\chi}^{\chi+c} f(y)\,dy$$

est presque périodique au sens de M. Bohr.

3. *Nous dirons que $f(x)$ est presque périodique* (III) *lorsque à tout couple de nombres positifs ε, d il correspond un nombre $l(\varepsilon, d)$ tel que chaque intervalle de longueur d contient une au moins presque période τ, caractérisée en ce cas par l'inégalité*

$$\frac{1}{d}\int_{\alpha}^{\alpha+d} |f(x+\tau)-f(x)|^2\,dx \leqq \varepsilon \qquad (\alpha \text{ réel arbitraire}).$$

La classe (III) est contenue dans la classe (II); pour qu'une fonction presque périodique (II) appartienne à la classe (III), il faut et il suffit que $|f(x)|^2$ soit uniformément sommable.

Le carré d'une fonction presque périodique (III) est toujours presque périodique (II); une série de fonctions presque périodiques (III) converge en moyenne (à l'exposant 2) vers une fonction de la même classe, lorsque pour n suffisamment grand on a

$$\frac{1}{d}\int_{\alpha}^{\alpha+d}\left|\sum_{n+1}^{n+m} f(x)\right|^2 dx < \varepsilon.$$

Pour les fonctions presque périodiques (III) se trouve vérifiée l'égalité de Parseval généralisée; notamment, A_n étant les coefficients de Fourier généralisés, on a

$$M\{|f(x)|^2\} = \Sigma |A_n|^2.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un théorème d'unicité relatif aux fonctions uniformes dans le voisinage d'un point singulier essentiel.* Note de M. **Rolf Nevanlinna**, présentée par M. Émile Borel.

1. Nous allons établir cette proposition :

Les fonctions $f_1(x)$ et $f_2(x)$ étant supposées uniformes et méromorphes dans un certain voisinage du point $x=\infty$, qu'elles admettent comme point singulier essentiel, si, pour CINQ *valeurs distinctes (finies ou non) de z, les égalités*

(1) $$f_1(x)=z, \qquad f_2(x)=z_2,$$

à l'extérieur d'un certain cercle $|x| = r_0$, sont vérifiées précisément pour les mêmes valeurs de x, les fonctions $f_1(x)$ et $f_2(x)$ sont identiques entre elles.

On n'exclut pas le cas où les égalités (1) ne seraient vérifiées pour aucune valeur x du domaine $|x| > r_0$. Sans altérer la généralité, on peut supposer finies les cinq valeurs x.

2. $f(x)$ étant une fonction monogène uniforme et méromorphe pour $|x| \geqq r_0$ et ne se réduisant pas à une constante, désignons respectivement par $n(r, f)$ ou par $\overline{n}(r, f)$ le nombre de ses pôles compris dans le domaine $r_0 < |x| < r$ suivant qu'on tient ou ne tient pas compte de leur ordre de multiplicité. Posons ensuite

$$m(r, f) \equiv m(r; \infty) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \overset{+}{\log} |f(re^{i\varphi})|,$$

$$N(r, f) \equiv N(r; \infty) = \int_{r_0}^{r} \frac{n(t, f)}{t}\,dt, \qquad \overline{N}(r, f) \equiv \overline{N}(r; \infty) = \int_{r_0}^{r} \frac{\overline{n}(t, f)}{t}\,dt,$$

et d'autre part, z désignant une valeur finie quelconque,

$$m\left(r, \frac{1}{f - z}\right) = m(r; z), \qquad N\left(r, \frac{1}{f - z}\right) = N(r; z),$$
$$\overline{N}\left(r, \frac{1}{f - z}\right) = \overline{N}(r; z).$$

Cela posé, on a les deux théorèmes suivants, que j'ai démontrés ailleurs :

I. *Il existe une fonction positive et croissante* $T(r, f)$ *telle qu'on ait (suivant une notation bien connue) pour toute valeur donnée de* z

$$m(r; z) + N(r; z) = T(r, f) + O(\log r).$$

Si l'infini est pour $f(x)$ un point singulier essentiel, on a

$$\lim_{r=\infty} \frac{T(r, f)}{\log r} = \infty. \tag{2}$$

II. $z_1, z, \ldots, z_q$ $(q \geqq 3)$ *étant des valeurs distinctes quelconques, on a*

$$(q - 2)\,T(r, f) < \sum_{1}^{q} N(r; r_\nu) + O[\log T(r, f)] + O(\log r),$$

en exceptant peut-être certains intervalles de longueur totale finie.

3. Soient $a_1, \ldots, a_5$ les cinq valeurs de z pour lesquelles on suppose les égalités (1) vérifiées simultanément dans le domaine $|x| > r_0$.

Posons

$$F(x) = f_1(x) - f_2(x).$$

Si cette différence ne s'annule pas identiquement, les théorèmes I et II conduiront à une contradiction.

Le théorème II nous donne d'abord

$$T(r, f_\mu) < \frac{1}{3}\sum_1^5 \overline{N}(r; a_\nu) + O[\log T(r, f_\mu)] + O(\log r) \qquad (\mu = 1, 2),$$

en exceptant peut-être une suite d'intervalles I de longueur totale finie. Chaque point où les égalités (1) ont lieu simultanément étant un zéro de F ou bien un pôle de $\frac{1}{F}$, on a évidemment

$$\sum_1^5 \overline{N}(r; a_\nu) \leqq \overline{N}\left(r, \frac{1}{F}\right) \leqq N\left(r, \frac{1}{F}\right).$$

D'autre part on trouve, en appliquant le théorème I à la fonction $\frac{1}{F(x)}$ [puisque l'on a toujours $m(r; z) \geqq 0$] :

$$N\left(r, \frac{1}{F}\right) < T(r, F) + O(\log r).$$

En combinant toutes ces inégalités, il vient

(3) $$T(r, f_1) + T(r, f_2) < \frac{2}{3}T(r, F) + O[\log T(r, f_1)] + O[\log T(r, f_2)] + O(\log r),$$

en exceptant toujours les intervalles I.

On a d'autre part :

$$\overset{+}{\log}|F| = \overset{+}{\log}|f_1 - f_2| \leqq \overset{+}{\log}[|f_1| + |f_2|] \leqq \overset{+}{\log}|f_1| + \overset{+}{\log}|f_2| + \log 2,$$
$$m(r; F) \leqq m(r, f_1) + m(r, f_2) + \log 2,$$
$$N(r; F) \leqq N(r, f_1) + N(r, f_2).$$

En ajoutant ces inégalités on trouve, à l'aide du théorème I :

(4) $$T(r; F) < T(r, f_1) + T(r, f_2) + O(\log r).$$

Or, en vertu de nos hypothèses, la condition (2) est vérifiée pour chacune des fonctions f_1 et f_2. Dès lors, on constate immédiatement que les inégalités (3) et (4) impliquent une contradiction.

Si l'on suppose seulement l'existence de QUATRE *valeurs z, on ne peut plus affirmer que $f_1(x)$ et $f_2(x)$ soient identiques;* il suffit de considérer e^x et e^{-x} et les valeurs $0, \infty, 1, -1$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les ensembles non mesurables* B *et l'emploi de la diagonale de Cantor* (¹). Note (²) de M. N. **Lusin**, présentée par M. Émile Borel.

La diagonale de Cantor. — Avant d'aborder l'étude de l'existence des ensembles non mesurables B il convient d'indiquer quelques définitions et propositions dont nous ferons usage dans ce qui suit. Un ensemble E est dit *analytique* s'il est le lieu d'un point mobile dont les coordonnées sont des fonctions *dénombrablement discontinues* d'un paramètre.

La famille $\mathfrak{F}$ des ensembles analytiques dans l'espace $\mathcal{E}$ à m dimensions contient tous les ensembles de points dans $\mathcal{E}$ *mesurables* B.

De même on démontre immédiatement que la projection orthogonale d'un ensemble analytique E sur un espace euclidien $\mathcal{E}'$ contenu dans $\mathcal{E}$ et à m' dimensions, $m' < m$, est un ensemble analytique dans $\mathcal{E}'$.

Enfin, voici une propriété importante due à M. H. Lebesgue : Si la fonction $f(x_1, x_2, \ldots, x_{m-1})$ est représentable analytiquement, l'ensemble, formé des points qui appartiennent à la surface $x_m = f(x_1, x_2, \ldots, x_{m-1})$ située dans E est un ensemble mesurable B.

Cela étant, prenons le plan XOY et posons la définition suivante : Un ensemble analytique U de points de XOY s'appelle *universel* si nous avons en le coupant avec les droites parallèles à l'axe des y tous les ensembles analytiques linéaires possibles.

Le complémentaire CU de tout ensemble universel U ne peut pas être analytique. En effet, si CU est un ensemble analytique, sa partie située sur la diagonale Δ, $x = y$, l'est aussi, ainsi que la projection P de cette partie sur l'axe des y. Comme l'ensemble U est universel, il existe une parallèle à l'axe des y, $x = x_0$, telle que la partie de U située sur cette parallèle a pour projection sur l'axe des y l'ensemble P. Or, le point M (x_0, x_0) de la diagonale Δ ne peut appartenir à l'ensemble U, puisque, dans ce cas, la projection de M sur l'axe des y doit être contenue dans P, ce qui est contradictoire; et, le point M ne peut non plus appartenir à CU puisque, dans ce cas, la projection de M sur l'axe des y doit être étrangère à P, ce qui est encore contradictoire.

Tout revient à démontrer l'existence *réelle* d'un ensemble analytique universel U. Tout ensemble analytique *linéaire* E est l'ensemble des valeurs que prend dans le domaine $D = (0 < t < 1)$ une fonction $f(t)$ dénombrablement discontinue dans ce domaine. Une telle fonction $f(t)$ est une fonction de classe 1 de la classification de M. Baire. Tout revient donc à définir une fonction $\varphi(t, x)$ de deux variables (t et x) telle qu'elle fournit, en attribuant à x des valeurs particulières x^0, toutes les fonctions de la variable t de classe 1 possibles.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1572 et 1817.
(²) Séance du 6 juillet 1925.

Toute fonction $f(t)$ de classe 1 peut être représentée par une série de polynomes, à coefficients rationnels, il suffit de prendre la série dont le terme général est une fonction continue de t et de x

$$\varphi_1(x).P_1(t) + \varphi_2(x).P_2(t) + \ldots + \varphi_n(x).P_n(t) + \ldots,$$

la suite P_1, P_2, ... étant l'ensemble de tous les polynomes en t à coefficients rationnels et $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$, ... étant une courbe péanienne remplissant, pour $0 \leqq x \leqq 1$, le cube fondamental à côté 1 dans l'espace à une infinité dénombrable de dimensions. Appelons $S_n(t, x)$ la somme des n premiers termes de cette série. La fonction $\varphi(t, x)$ définie par l'égalité $\varphi(t, x) = \overline{\lim}_{n=\infty} S_n(t, x)$ possède la propriété désirée et est de classe 2 au plus dans la classification de M. Baire. Donc, la surface (S), $y = \varphi(t, x)$, est *représentable analytiquement;* l'ensemble des points qui appartiennent à cette surface (S) est mesurable B (Lebesgue), la projection U de la surface (S) sur le plan XOY est un ensemble *analytique*, qui est manifestement universel. C. Q. F. D.

Il n'y a qu'un seul point attaquable dans le raisonnement précédent : c'est l'emploi du complémentaire CU.

Ce complémentaire est-il réellement *donné?* L'expression analytiqne $\overline{\lim}_{n=\infty} S_n(t, x)$ est « donnée » par cela seul qu'elle est écrite. Et comme la surface (S) est donnée, il est naturel de considérer sa projection U sur le plan XOY comme un ensemble donné. D'ailleurs, on a une nette représentation analytique de U : il est le lieu du point $M(x, y)$ où $x = f_1(t)$, $y = f_2(t)$, f_1 et f_2 étant des fonctions dénombrablement discontinues de t. Nous avons donc une sorte de définition *positive* de U. Mais nous ne pouvons rien faire de pareil pour le complémentaire CU : cet ensemble échappant à tout mode de définition positive n'est nommé que par la propriété *purement négative :* c'est la collection des points qui ne.... L'ensemble CU est infini, mais on ne donne pas la loi de cette infinité; il est impossible, à mon avis, de nommer une loi permettant, dans chacune des parallèles à l'axe des y, de choisir un et un seul point, supposé existant, de CU (Choix lebesguien). Il est vrai qu'aucun mathématicien, qui est arrivé à former un ensemble de points E, ne se demande jamais, *pendant qu'il fait des mathématiques*, si le complémentaire CE de E a ou non une définition positive : il étudie les propriétés de CE sans s'inquiéter de cette question. Mais il faut prendre garde qu'il ne s'agit ordinairement, dans les parties classiques des mathématiques, que d'ensembles *mesurables* B. Or, si E est mesurable B, son complément CE l'est aussi. Donc, même si l'ensemble CE était défini d'une manière négative, nous avons pour CE une définition finie et positive : $x = f_1(t)$, $y = f_2(t)$, puisque CE est, dans ce cas, un ensemble analytique. Mais lorsqu'il s'agit d'un ensemble non mesurable B, nous nous trouvons toujours en présence d'une situation extraordinaire. On ne sait pas s'il existe un ensemble E non mesurable B et à définition positive et finie tel que son complémentaire CE soit encore à définition positive et finie. Le sens de ce *théorème* de Souslin : *Si l'ensemble* E *et son complémentaire* CE *sont tous deux des ensembles analytiques, ils sont mesurables* B, devient dès lors particulièrement clair.

Ces difficultés s'accroissent infiniment, lorsqu'on projette CE *et qu'on prend le complémentaire de sa projection, pour le projeter à son tour, etc.*

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une nouvelle détermination grapho-mécanique des systèmes de solutions réelles ou imaginaires des équations algébriques.* Note de M. **R. Roudaire-Miégeville**, présentée par M. d'Ocagne.

Nous avons indiqué précédemment, ici même [1], le principe d'appareils ne comportant en fait d'articulations que de simples couples rotoïdes, sans nulle intervention de joints de Cardan, et permettant de réaliser mécaniquement une liaison établie par m équations algébriques entre n variables $(m \leqq n)$ représentées par les longueurs de segments variables et qui, par suite, donnent la possibilité de décrire des courbes ou surfaces algébriques quelconques. Ce principe supposait d'ailleurs une transformation préalable, sous forme trigonométrique, des équations données.

Nous avons reconnu, depuis lors, la possibilité de constituer des systèmes articulés, visant exactement le même objet, sans avoir recours à aucune transformation trigonométrique, et d'ailleurs pour un angle quelconque des axes de coordonnées.

Nous nous bornerons ici à indiquer l'application de cette nouvelle méthode, au cas d'une équation à deux variables de la forme

$$\Sigma A x^p y^q = 0,$$

p et q étant des nombres entiers.

Les organes essentiels intervenant dans l'appareil, et dont nous ne pouvons songer à donner ici une description détaillée, sont au nombre de cinq :

1° Organe multiplicateur donnant xy, par le moyen d'appareils à ligne droite de Hart et d'un translateur de Kempe.

2° Élévateur au carré fournissant x^2, par l'adaptation à l'organe précédent d'un losange articulé dont on maintient mécaniquement deux sommets sur la bissectrice de l'angle formé par les axes de coordonnées.

Et de même on obtient

$$x^3, \quad x^4, \quad \ldots, \quad x^h,$$

et aussi

$$x^p y^q.$$

3° Organe donnant

$$2^k A x^p y^q$$

par le moyen de cinq tiges articulées dont quatre constituent un parallélogramme, $x^p y^q$ ayant été formé précédemment, et k étant un entier.

---

[1] *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 359.

4° Additionneur permettant d'obtenir la somme

$$\Sigma A x^p y^q$$

en partant des termes de la forme

$$2^k A x^p y^q,$$

par l'emploi du système que nous avions adopté dans notre précédente Note pour fournir la demi-somme de deux longueurs. On pourra donc avoir mécaniquement un point M ayant cette quantité pour ordonnée.

5° Un quadruple parallélogramme comprenant douze tiges fournira un point N d'abscisse x et d'ordonnée y.

Enfin, si l'on maintient M sur la droite $y = 0$, le point N décrira la courbe

$$f(x, y) = \Sigma A x^p y^q = 0.$$

Pour le cas des variables imaginaires, la substitution à x et y de $x' + x''i$ et $y' + y''i$, et l'annulation des deux polynomes constituant les coefficients du résultat de la substitution, mis sous forme d'un binome en i, donnent un système de deux équations à quatre variables réelles x', x'', y', y'', dont la traduction mécanique peut se faire par application des mêmes principes.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Essais d'acier doux par efforts combinés.* Note [1] de M. J. **Seigle**, présentée par M. Rateau.

J'ai effectué sur des barreaux ronds en acier doux des essais de torsion, en même temps qu'un effort longitudinal de traction ou de compression était exercé et maintenu à une valeur constante.

Les conclusions principales, dans le cas d'*aciers doux recuits* aussi bien que dans le cas d'aciers doux *préalablement écrouis par traction*, sont les suivantes :

a. Le moment élastique maximum à la torsion s'abaisse à mesure qu'on augmente soit les efforts de traction, soit les efforts de compression; il est pratiquement le même, à égalité de la valeur de la traction ou de la compression.

b. Le moment de rupture par torsion décroît fortement quand on augmente l'effort de traction; au contraire, il augmente dans le cas de la compression.

---

[1] Séance du 15 juillet 1925.

La rupture se fait toujours suivant une section droite.

Un agencement convenable m'a permis de réaliser l'enregistrement automatique des diagrammes de torsion et d'obtenir des tracés montrant notamment, d'une manière très nette, la période du début des grandes déformations.

Cette équivalence d'une pression et d'une compression quand elles ont la même valeur absolue n paraîtrait devoir entraîner, d'après certaines considérations sur les déformations par glissement, une valeur du cisaillement élastique maximum à la torsion pure égale à la moitié de la limite élastique à la traction pure, le cisaillement t étant calculé par la formule

$$t = \frac{16M}{\pi d^3},$$

qui suppose des déformations parfaitement élastiques (M moment élastique maximum, d diamètre du barreau).

Cependant, avec les aciers doux recuits, ce rapport est en réalité 0,6 à 0,7; avec des aciers préalablement plus ou moins écrouis, il est encore plus élevé et atteint 0,8.

Les mesures que j'ai faites m'ont aussi montré que la quantité $\sqrt{n^2 + 4t^2}$ décroît quand n augmente, par traction ou par compression.

Je dois signaler qu'il s'agit ici des limites élastiques grossières à la traction ou à la torsion; la limite de proportionnalité n'a pas été envisagée, à cause de la difficulté qu'il y a à préciser sa valeur dans chaque cas.

MAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation des ferronickels (propriétés paramagnétiques).* Note de M. **Marcel Peschard**, présentée par M. A. Cotton.

Le paramagnétisme des ferronickels a été étudié par Weiss et Foëx [1], Renker [2], Honda et Takagi [3]. De nombreuses et importantes divergences existant entre les résultats annoncés par ces divers auteurs, j'ai repris la question en utilisant la série de ferronickels purs que j'ai préparée.

J'ai obtenu avec l'appareil de translation les résultats suivants :

---

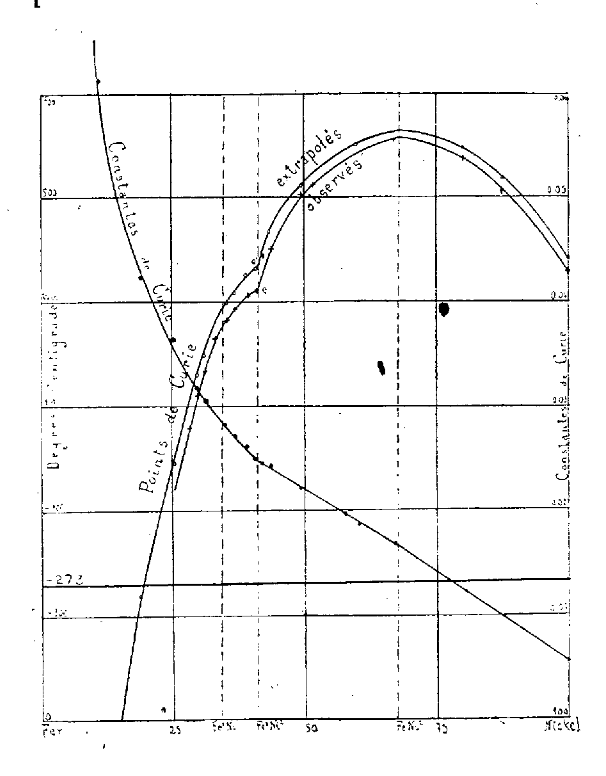
(1) Weiss et Foëx, *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 31, 1911, p. 4-19, 89-117.

(2) Renker, *Thèse Zurich*, 1913.

(3) Honda et Takagi, *Science Reports Tôhoku Imp. Univ.*, 6, 1918, p. 338.

1° Dans un grand domaine de températures (depuis le voisinage du point de Curie jusque vers 1200° C.) les ferronickels qui contiennent de 34,4 à 100 pour 100 de nickel sont entièrement réversibles et obéissent exactement à la loi de Weiss : $\chi(T - \Theta) = C$. L'alliage à 43 pour 100 de nickel, par exemple, suit cette loi sans écart systématique dans le très grand intervalle de températures de 460° C. à 1200° C.

Étant données leurs propriétés ferromagnétiques connues d'autre part, on peut dire que ces ferronickels méritent le nom de *réversibles* dans toute l'échelle des températures.



2° Aux températures élevées, les alliages compris entre le fer et Fe^2Ni sont également réversibles et obéissent à la loi de Weiss. Mais, au-dessous d'une certaine température, d'ailleurs variable avec le titre, une anomalie *irréversible* se développe, étant manifestée : *a*. par une évolution lente et prolongée de l'aimantation après que l'équilibre de température est atteint; *b*. par une relation non linéaire entre l'aimantation et le champ.

Tout se passe comme si une faible aimantation spontanée apparaissait.

3° Cette anomalie irréversible peut être observée depuis la température

où cesse la loi de Weiss jusqu'à celle où revient le ferromagnétisme (transformation allotropique $\gamma \rightarrow \beta$ au point de Curie de l'état γ, selon le titre). Elle se traduit sur le graphique $\frac{1}{\chi}(t)$ par une courbe ayant la forme d'un S allongé. Par un refroidissement suivi de réchauffement on décrit un cycle irréversible.

4° Les caractères de cette anomalie (lenteur, irréversibilité) sont très voisins de ceux qui traduisent magnétiquement la transformation $\beta \rightleftharpoons \gamma$ des ferronickels. D'autre part, les températures où l'anomalie commence au refroidissement paraissent se relier par continuité à la température de transformation $\beta \rightleftharpoons \gamma$ du fer. Par conséquent, il apparaît que les phénomènes paramagnétiques irréversibles ne traduisent pas autre chose que le commencement de la transformation allotropique $\gamma \rightarrow \beta$ dans les ferronickels. La masse de matière dont la transformation serait nécessaire pour expliquer l'anomalie est très faible : elle échapperait aux procédés d'investigation moins sensibles que celui-ci.

5° Sur la figure ci-contre sont représentées les constantes de Curie en fonction du titre. La variation est linéaire entre Ni et $FeNi^2$ et entre $FeNi^2$ et Fe^3Ni^2 ; elle l'est encore probablement entre Fe^3Ni^2 et Fe^2Ni. Au delà de Fe^2Ni vers le fer, la variation est curviligne; la constante de Curie du fer est très élevée, si elle existe.

6° Les points de Curie sont également représentés sur la figure. Une première courbe (points de Curie observés) montre la marche des points de Curie ferromagnétiques, c'est-à-dire des températures de disparition de l'aimantation spontanée. L'autre courbe (points de Curie extrapolés) est relative aux températures Θ de la loi de Weiss.

Il y a entre ces deux courbes une faible distance qui apparaît comme systématique et traduit une propriété générale des matières ferromagnétiques.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *Sur la sensibilité des actinomètres à électrodes recouvertes d'iodure d'argent et d'oxyde de cuivre.* Note de M. G. ATHANASIU, présentée par M. A. Cotton.

Dans une Note antérieure (¹) j'ai donné la sensibilité dans le spectre visible et ultraviolet des actinomètres électrochimiques à électrodes de

(¹) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 587.

mercure altérées. Voici les résultats que j'ai obtenus sur l'actinomètre à électrodes d'*argent* couvertes d'iodure d'argent et sur l'actinomètre à électrodes de cuivre oxydé.

[Comme pour les mesures précédentes, la sensibilité *s* est définie par la f. e. m. *e* que donne l'appareil, soumis (pendant 30 secondes) à l'influence d'une radiation monochromatique, divisée par l'énergie $\mathfrak{J}$ de cette radiation. $\mathfrak{J}$ est mesurée à l'aide de la pile thermo-électrique.]

I. *Actinomètre à iodure d'argent.* — Les électrodes en argent sont recouvertes par électrolyse d'un dépôt de faible épaisseur d'iodure d'argent. L'électrolyte est une solution $\frac{1}{2}n$ de chlorure de potassium dans l'eau. Les radiations utilisées sont celles de l'arc au mercure (60 volts × 3,75 ampères). Le Tableau suivant (Tableau I) résume les résultats obtenus. Les f. e. m. sont données en 10^{-5} volt [1].

TABLEAU I.

λ.	$\mathfrak{J}$.	*e*.	*s*.
5460	1,00	0	0
4358	0,89	27,5	30,9
4046	0,51	33,75	**66,1**
3660	1,20	65,0	54,2
3341	?	3,75	"
3130	0,80	32,5	40,6
3025	0,38	13,12	34,2
2967	0,18	5,75	31,9
2652	0,19	5,75	30,3
2536	0,20	7,75	38,75

On voit, d'après le Tableau I, que le maximum de sensibilité, très accusé, est placé entre les radiations 4046 Å et 4358 Å de l'arc au mercure. Pour déterminer plus exactement la position du maximum, j'ai fait des expériences sur le même actinomètre en utilisant comme source lumineuse le spectre continu donné par une lampe de Nernst (90 volts × 1 ampère). Pour le calcul de l'énergie des radiations on a assimilé cette source à un corps noir à 2200° abs. On faisait la correction correspondant à la dispersion de l'appareil employé pour séparer les radiations.

Les résultats sont résumés dans le Tableau II.

---

(1) C'est de même 10^{-5} volt qu'il faut lire dans la Note précédente (**180**, 1925, p. 587), au lieu de 10^{-4} volt comme il a été imprimé par erreur.

Tableau II.

λ.	δ [1].	e (10^{-5} volt.)	s.
4386	0,72	4,7	6,5
4367	0,68	5,9	8,6
4348	0,64	7,1	11,0
4324	6,58	8,4	14,5
4301	0,54	9,0	16,6
4282	0,50	9,5	19,0
4258	0,47	9,9	**21,0**
4236	0,44	8,75	19,9
4216	0,42	7,1	16,6
4197	0,40	5,0	12,5

En traçant la courbe de sensibilité déterminée par les nombres du Tableau II, on trouve que *le maximum de sensibilité de l'actinomètre à iodure d'argent est obtenu pour la radiation* 4245 Å (avec une erreur probable de ± 20 Å).

II. *Actinomètre à électrodes de cuivre oxydé.* — Les électrodes de cuivre peuvent être oxydées de plusieurs manières différentes : 1° en chauffant les électrodes sur une plaque de métal, pour éviter le contact direct de la flamme; 2° en les chauffant directement dans la flamme et en enlevant la couche épaisse d'oxyde noir qui se forme dans ces conditions; 3° on peut enfin plonger une lame de cuivre chauffée dans l'alcool méthylique et la retirer avant qu'elle ne soit complètement refroidie. La lame de cuivre s'oxyde immédiatement à l'air.

En étudiant la sensibilité des actinomètres contenant des électrodes de cuivre oxydées par un des procédés indiqués, dans les solutions de KCl, de NaCl et NaBr, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Tous ces actinomètres donnent des courbes de sensibilité d'allure identique. *La sensibilité commence avec la radiation jaune* 5790 Å *du mercure et augmente quand on avance vers le violet. On obtient un maximum pour la radiation* 4046 Å *du mercure, un minimum vers* 3100 Å, *ensuite la sensibilité augmente de nouveau quand on avance vers les courtes longueurs d'onde.*

2° La position du maximum et du minimum ne change pas avec le mode d'oxydation du cuivre ni avec l'électrolyte employé.

3° La sensibilité des actinomètres formés avec les mêmes électrodes et avec des électrolytes différents diminue dans l'ordre suivant : KCl, NaCl, NaBr.

---

(1) L'énergie de la radiation 4500 Å a été prise égale à l'unité.

OPTIQUE. — *Étude théorique de la bande* $320^{m\mu}$ *du sulfure de carbone.* Note (1) de MM. G. **Bruhat** et M. **Pauthenier**, présentée par M. A. Cotton.

Nous nous sommes proposé de représenter par des formules du type de Ketteler-Helmholtz les mesures d'indices d'extinction et de réfraction que nous avons effectuées sur le sulfure de carbone au voisinage et à l'intérieur de la bande d'absorption $\lambda = 320^{m\mu}$.

Il existe deux types distincts de bandes d'absorption. Certains gaz, comme la vapeur de brome dans la région violette du spectre, présentent de larges bandes d'absorption continues, qui ne peuvent pas être résolues en raies; la largeur de ces bandes est la même pour tous les corps chimiques dans une même région du spectre (2); elle est à peu près proportionnelle à la longueur d'onde du maximum; autrement dit le coefficient K d'amortissement des formules réduites (3) est sensiblement le même pour toutes, et a une valeur voisine de 0,16. D'autres vapeurs au contraire, comme celle du sulfure de carbone (4), présentent un spectre de bandes résolubles en raies; dans ce cas, la théorie cinétique permet de calculer d'une façon satisfaisante la largeur des raies fines (5).

Lorsqu'un corps passe de l'état gazeux à l'état liquide, ces deux catégories de spectres d'absorption prennent le même aspect; les bandes résolubles en raies paraissent continues, par suite de l'élargissement et de la superposition partielle des raies (6) : c'est le cas de la bande $320^{m\mu}$ du sulfure de carbone. L'étude de la courbe d'absorption du liquide suffit en général, indépendamment de l'étude de la vapeur, à montrer à quelle catégorie appartient une bande d'absorption. Quand la vapeur présentait de larges bandes, les variations de l'absorption sont régulières; en portant en abscisses les logarithmes des longueurs d'onde, la courbe présente une forme à peu près symétrique; la courbe peut être superposée à la courbe représentative d'un terme de Ketteler (7). Dans le cas du sulfure de

(1) Séance du 15 juillet 1925.
(2) Ribaud, *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 1134.
(3) Bruhat, *Thèse*, Paris, 1914, p. 64.
(4) Pauer, *Annalen der Physik*, 61, 1897, p. 363.
(5) Ribaud, *Journal de Physique*, 3, 1922, p. 81.
(6) V. Henri, *Journal de Physique*, 3, 1922, p. 181.
(7) Cf. Bruhat, *Thèse*, p. 80 (exemple des courbes de dichroïsme circulaire du tartrate double de chrome et de potassium, et du diphényl-bornyl-imido-xanthide).

carbone au contraire, la superposition est absolument impossible, tant à cause de la dissymétrie de la courbe que du fait que la variation de l'indice d'extinction est beaucoup trop rapide au bord de la bande, tandis que le milieu présente un méplat accentué : alors que la largeur de la région d'absorption est d'environ 220 Å (ce qui donnerait K = 0,07), la pente des parties ascendantes de la courbe correspond à un coefficient K = 0,01, c'est-à-dire à une trentaine d'angströms. Il est donc hors de doute que la bande $\lambda = 320^{m\mu}$ du sulfure de carbone liquide est formée par la juxtaposition de raies fines élargies.

Il n'est malheureusement guère possible, faute d'une théorie cinétique satisfaisante de l'état liquide, d'en calculer la largeur. Tout au plus peut-on évaluer un ordre de grandeur; on arrive ainsi à une largeur d'une vingtaine d'angströms, en accord suffisant avec le nombre indiqué plus haut. Une seconde approximation nous a conduits à grouper ces raies composantes en 5 termes, correspondant à des longueurs d'onde 3300, 3263, 3205 et 3075 Å, avec un coefficient K égal à 0,02. Une formule à cinq termes, déduite uniquement de l'étude de l'absorption, permet alors de calculer complètement la dispersion anomale. D'autre part on peut, pour contrôle, déterminer expérimentalement l'anomalie de dispersion : ayant calculé, à partir du spectre visible, le terme de dispersion normale n_0, on forme avec l'indice observé n la différence $\nu = n - n_0$. Les deux séries de valeurs de ν calculées et observées sont en bon accord.

En particulier, l'intervalle qui sépare les longueurs d'onde correspondant au maximum et au minimum de l'anomalie a une valeur calculée de 260 Å, et une valeur observée de 280 Å. L'anomalie totale prévue est de 45 unités de la troisième décimale, l'anomalie observée de 42 unités du même ordre. Nous montrerons d'ailleurs qu'il est impossible d'espérer une précision meilleure.

Nous donnerons ailleurs le détail des calculs. Ils permettent d'étendre aux bandes complexes les règles données pour les bandes simples. L'anomalie de dispersion, nulle pour la longueur d'onde pour laquelle l'absorption est maxima, est maxima pour les longueurs d'onde pour lesquelles l'absorption a une valeur moitié de sa valeur maxima; l'anomalie totale est du même ordre de grandeur que la valeur maxima de l'indice d'extinction.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Sur le calcul du pouvoir rotatoire à partir de la structure moléculaire*. Note [1] de M. R. de Mallemann, présentée par M. A. Cotton.

Nous avons montré précédemment [2] comment la théorie de l'orientation moléculaire pouvait être étendue, d'une manière simple, aux molécules dissymétriques et conduire ainsi à une interprétation rationnelle de l'activité optique. Le problème est ramené à la résolution d'un système d'équations linéaires. Notre théorie étant proposée d'abord sous forme purement schématique, nous n'avions pas cherché à préciser la nature des forces de liaison. Nous admettions seulement que ces réactions s'exprimaient sous forme *dissymétrique*.

Bien que l'interprétation de telles liaisons ne soit pas impossible, celles-ci ne paraissent pas directement conciliables avec les idées actuelles sur la nature des forces de valence. Il est donc nécessaire de montrer comment notre théorie permet de traiter le cas de liaisons purement *symétriques*.

Ce résultat s'obtient, très simplement, en précisant le rôle du *champ intérieur* que, dans notre première méthode, nous avons introduit d'une manière globale, ce qui est tout à fait insuffisant. L'action de ce champ peut être analysée de deux manières : 1° en tenant compte de ses variations d'*amplitude* dans le petit volume considéré; nous avions négligé ce terme [3] dans les équations du mouvement de l'électron, ce qui n'est pas légitime, car il peut être du même ordre de grandeur que les *combinaisons* de termes qui interviennent dans l'expression du pouvoir rotatoire. Ce champ dépend à la fois, de la *position* et de l'*orientation* des molécules; il se calcule par les formules connues, et sa valeur moyenne figurera ainsi explicitement dans les composantes de la polarisation totale.

2° On peut encore ajouter directement, dans les équations du mouvement de chaque électron, la valeur particulière du champ intérieur au point considéré; nous obtenons ainsi, au lieu de n systèmes d'équations linéaires à 3 inconnues, un seul système de $3n$ équations à $3n$ inconnues [4].

---

(1) Séance du 15 juillet 1925.

(2) *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 427, et *Ann. de Phys.*, 9e série, **22**, 1924, p. 137.

(3) Ce terme doit être ajouté à celui qui résulte des variations de la *phase*, que nous avions seul considéré primitivement.

(4) La résolution numérique complète de ce système d'équations serait très laborieuse; nous pouvons pratiquement la simplifier par une méthode d'approximations successives.

La suite des calculs est identique à celle de notre première méthode; la forme générale des expressions obtenues pour la polarisation moléculaire, la réfraction et le pouvoir rotatoire n'est pas modifiée ([1]). Toutefois, point capital, les équations du mouvement peuvent être écrites maintenant sous forme *symétrique*, sans que cette symétrie subsiste nécessairement dans les termes *imaginaires* de la polarisation totale. Ce dernier résultat est subordonné aux deux seules conditions suivantes : 1° asymétrie des coordonnées de structure; 2° anisotropie des liaisons *atomiques* des électrons ([2]). L'activité optique est interprétée de cette manière, sans s'écarter de l'hypothèse de forces purement centrales; *elle est donc numériquement calculable, si on se donne la configuration du système moléculaire*.

Or, il semble résulter de travaux récents que les éléments *efficaces* (au point de vue optique) de la configuration sont relativement simples. Bragg a montré en effet qu'une particule cristalline, formée d'atomes (ou ions *isotropes*, pouvait être anisotrope, sous la seule action du champ intérieur; il a pu calculer ainsi, avec une approximation convenable, les indices de la calcite et de l'aragonite. Ramanathan, d'autre part, étendant la méthode aux molécules gazeuses, a obtenu des résultats d'un grand intérêt sur la diffusion de la lumière.

Néanmoins, pour parvenir au calcul de l'activité optique, nous devons modifier l'hypothèse de Bragg-Ramanathan sur deux points essentiels : 1° Il n'est plus possible de se limiter à l'hypothèse simple de la conservation de l'isotropie atomique dans la molécule. L'activité optique est, comme nous l'avons dit, corrélative d'une *biréfringence atomique* de structure. 2° L'hypothèse de Ramanathan, relative au « centre optique » de l'atome est insuffisante; il est nécessaire de préciser la situation des électrons *efficaces*, en se laissant guider par les idées actuelles sur la valence ([3]).

([1]) Les deux méthodes indiquées ici ont, en outre, l'avantage d'expliciter le coefficient σ, et font disparaître certaines difficultés résultant de nos premiers calculs.

([2]) Cette condition est d'ailleurs évidente, *a priori*.

([3]) Les principes de notre méthode seront exposés ailleurs. Indiquons seulement que d'après le calcul, la biréfringence *moléculaire* est, par rapport à la réfringence, un effet du premier ordre. La biréfringence *atomique*, au contraire, dont résulte l'activité optique, est un effet de second ordre. Nous *admettons* que cette dernière biréfringence résulte uniquement du *groupement* des atomes dans la molécule (les atomes libres étant supposés *optiquement* isotropes). Il existe ainsi une corrélation évidente entre les deux biréfringences. D'autre part, l'*écart* de la réfractivité moléculaire à la somme des réfractivités atomiques est également du second ordre. Pour une molécule à axe principal, le *rapport* des deux écarts respectifs est le même que celui des biréfringences *absolues*, et égal à -2.

Nous avons calculé, dans cet ordre d'idées, le modèle le plus simple compatible avec l'existence de l'activité optique, celui du *tétraèdre irrégulier*. Le pouvoir rotatoire dépend : 1° de la différence des longueurs des côtés du tétraèdre[1]; 2° des produits 3 à 3 des réfractivités des atomes constituants[2]. *L'ordre de grandeur du pouvoir rotatoire calculé à partir d'une molécule de dimensions normales est celui des valeurs expérimentales moyennes*[3].

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'arc du scandium.* Note de M. S. **Pina de Rubies**, présentée par M. G. Urbain.

Pour obtenir le spectre de cet élément, nous nous sommes servi de l'oxalate de scandium préparé par MM. G. et P. Urbain[4] à partir de la scandine qu'ils ont retirée de la thortveitite de Madagascar. Ce sel, transformé en acétylacétonate, fut purifié par des sublimations répétées dans le vide à 190° environ, puis recristallisé dans l'alcool absolu. Il fut finalement transformé en oxyde qui a donné un spectre très pur.

Les raies de longueurs d'onde supérieures à 3000 I. A. ont été déterminées au dixième d'angström. L'erreur moyenne pour les raies de plus faibles longueurs d'onde est d'environ 0,03 I. A.

Dans le tableau suivant nous résumons les moyennes de trois séries de mesures faites sur trois spectrogrammes différents (spectrographe à prisme).

---

(1) Toutes choses égales, [ρ] varie en raison inverse de la cinquième puissance des dimensions moléculaires; il doit donc être très sensible aux petites causes de déformation.

(2) Ceci explique l'influence des atomes *lourds*, et en général des électrons particulièrement mobiles, comme ceux qui doivent intervenir dans les *doubles liaisons* de carbone.

(3) Bien entendu, il ne s'agit ici que d'ordres de grandeur *généraux*, les longueurs exactes des 6 arêtes du tétraèdre n'étant pas connues, et les composés du type tétraédrique *simple* (chlorobromoïodométhane) par exemple, n'ayant pas encore été dédoublés.

(4) *Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 1310.

Longueur d'onde I. A.	Intensités.	Longueur d'onde I. A.	Intensités.	Longueur d'onde I. A.	Intensités.
3394,2	1 + ″	72,4	0 +	33,37	2
93	1 +	70,4	0 ″	32,87	2
91,4	1 +	69,68	1	32,60	2
86,9	2	61,0	2	24,30	2
81,65	1	56,3	1 +	21,10	1 ″ (d)
41,1	0 +	53,5	0 +	20,57	1
39,9	1 +	47,6	1	17,72	1
36,85	1	46,8	1 ″	12,98	2 ″
31,08	1 ″	38,4	1 ″	06,61	1
30,5	1	28,2	2 ″	2899,24	1
29,37	2	26,0	1 ″	98,22	0
25,48	2	22,9	1 ″	96	0
20,4	2 ″	15,7	1	95,13	2
16,6	2 d r	13,0	1	94,85	2
11,7	1 ″	08,6	2 ″	88,0	1 +
10,2	1	05,7	2 +	87,22	0 ″
08,7	1 Ti ?	02,5	1 +	85,6	0
04,9	1	3097,7	1	85,3	0
03,4	0	94,7	1	84,62	1
01,3	1	75,28	2 ″	82,1	1 ?
3297,43	2	73,88	2	81,2	1 ?
95,89	2	68,7	1 d	79,62	1
90	2 d v	62,1	0 d	70,86	1 ″
85,0	2	60,50	1 ″	65,99	2 ″
84,6	1	50,37	1	64,10	1 ″
82,4	0 +	47,10	1	63,64	1
75,4	0 +	43,46	2	59,56	3 ″
67,2	1 +	38,70	1	59,20	2
60,99	1 ″	35,17	1	56,42	1
43,96	2	33,53	0 + ″	55,20	1
40,6	1	2992,33	1	33,33	1 ″
36,0	2 ?	91,09	1	27,74	1 ″ (d)
31,7	1 d v	*88,98	2 ″	*26,68	3 ″
28,47	3	*80,75	3	22,08	3 ″
00,8	0	79,64	1 ″	19,47	3 ″
3199,3	2 ″	*73,99	3	07,86	1 ″
90,9	1 ″	*65,89	2	01,32	2 ″
90,4	0	58,32	0 ″	2789,17	2 ″
86,7	0 ″	49,82	0 ″	86,8	2 +
84,5	0	49,19	1	82,98	2 ″
83,7	1	43	1 d ?	39,11	2
77,2	0 +			34,23	2

Longueur d'onde I. A.	Intensités.	Longueur d'onde I. A.	Intensités.	Longueur d'onde I. A.	Intensités.
29,55	1	72	1 D	28,55	3 d
26,47	2	69	0 D	2375,49	1 〃
24,58	2	67,33	1 〃	46,04	3
17,02	3	56	1 D	36,80	2
13,1	1 d 2 raies?	44,95	1	35,12	2
*11,36	5	40	0 D	34,66	3
10,0	0 d	34	0 D	28,20	3
*07,92	5	11,18	3 〃	24,77	2
*06,76	4	*2563,25	7 〃	20,33	3
05,0	0 d	*60,25	7 〃	2315,69	3
04,5	0 d	*55,84	7 〃	11,30	2
00,80	0 〃	*52,34	8 〃	2299,0	1 〃
2699,01	3 〃	*45,18	7 〃	89,67	2
95,61	2	*40,85	6 〃	88,0	3 〃
*92,75	4	2492,82	0	80,8	3
84,18	2	69,86	1	72,9	4 〃
81	1 d	68,41	2	70,9	3
80	1 d	39,16	2 ?	66,5	3
77,1	0	*38,62	5	62,0	2
75,39	1	28,90	4	32,0	2 〃

D, très diffuse; d, diffuse; +, bords pas nets; v, vers le violet; r, vers le rouge; 〃, raies d'intensité plus forte dans le spectre d'étincelle.

Les raies marquées par * ont été déjà décrites par Exner et Hascheck et nous les avons mesurées jusqu'à la longueur d'onde 3000 I. A, seulement.

L'échelle d'intensités dans le précédent tableau est arbitraire et correspond, pour l'extrême ultraviolet, à des spectrogrammes très poussés.

PHOTOGRAPHIE. — *Procédé de photographie instantanée des couleurs.* Note de M. Gabriel A-Rousseau, présentée par M. J. Breton.

Lorsque des radiations colorées traversent une ou plusieurs émulsions rendues sensibles à la lumière par des sels d'argent et, en particulier par le bromure, les radiations bleues et violettes subissent une absorption progressive, tandis que les radiations vertes et orangées — et les orangées beaucoup plus facilement que les vertes — traversent les différentes couches sensibles et conservent leur faculté d'impressionner les émulsions si celles-ci ont été chromatisées pour ces radiations.

Cette absorption peut s'expliquer par la dépense d'énergie lumineuse nécessaire pour la transformation chimique du sel d'argent.

Pour appliquer cette théorie à l'obtention de photographies en couleurs, on superpose trois pellicules. La première reçoit une émulsion lente ordinaire, la deuxième une émulsion sensible au jaune et au vert et la troisième une émulsion sensible au jaune et au rouge.

De plus, la deuxième pellicule ou pellicule centrale a le côté émulsionné coloré en jaune avec de l'auramine et l'autre côté en rose pâle avec de la fuchsine. Ces colorations doivent être très légères et servent à compléter l'action du sel d'argent. Les trois pellicules sont rendues solidaires en les collant par un de leurs bords. Pour qu'elles soient bien appliquées les unes contre les autres, on les introduit dans le châssis photographique en les disposant entre une plaque de métal mince munie de ressorts et une glace de verre.

Lorsqu'on prend une photographie, on n'a besoin d'aucun écran et l'on opère comme avec une plaque ordinaire sans rien modifier aux appareils existants.

Les radiations du groupe bleu violet seules impressionnent la pellicule à émulsion lente; on obtient alors le cliché du jaune. Puis, ces radiations, atténuées par leur passage à travers la première couche d'émulsion, rencontrent, ainsi que les radiations du groupe vert et du groupe orangé, la pellicule centrale teinte en jaune; les radiations du groupe violet sont alors arrêtées.

La pellicule centrale est impressionnée par les radiations jaunes et vertes et reste insensible aux radiations orangées puisqu'elle n'a pas été chromatisée pour ces dernières radiations.

Cette pellicule fournit donc le cliché du rouge.

L'addition des deux colorations de la pellicule centrale forme un écran orangé clair qui complète la sélection et ne laisse passer que les radiations du groupe orangé; celles-ci impressionnent la troisième pellicule. On obtient alors le cliché du bleu.

La rapidité des impressions lumineuses est beaucoup plus grande qu'avec n'importe quel procédé connu. On obtient facilement, avec une bonne lumière, en une seule pose, sans manipulation d'écrans, trois clichés trichromes parfaitement sélectionnés, en $\frac{1}{25}$ de seconde avec un objectif ouvrant à F : 4,5

Avec les clichés sélectionnés, on tire des monochromes par un procédé quelconque, tel que le procédé Tauleigne-Mazo.

Si l'on perfore le système pelliculaire et si l'on reproduit sur les pellicules qui forment les monochromes, les mêmes perforations, on a un repé-

rage automatique et exact des trois images coloriées en faisant coïncider les trous avec de simples épingles.

Les trois clichés trichromes étant rigoureusement superposables, ce nouveau procédé pourra avoir des applications importantes dans les tirages photomécaniques et les reproductions en couleurs de scènes mouvementées. Il semble donner la solution simple et pratique du cinéma en couleurs sans entraîner de modifications aux appareils de prise de vues et de projection.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité de quelques sources froides de la région de Bagnères-de-Luchon et sur son origine.* Note de M. **Adolphe Lepape**, présentée par M. G. Urbain.

1. La plupart des sources thermales de Bagnères-de-Luchon doivent, vraisemblablement, la majeure partie de leur radioactivité au mélange, à l'eau sulfurée profonde, peu radioactive, d'eaux superficielles non sulfurées, mais riches en radon (1).

Il résulte de cette hypothèse que les eaux d'origine nettement météorique des sources froides de la région doivent être plus ou moins radioactives, tout au moins celles de la Montagne de Superbagnères et de ses abords.

2. Quelques déterminations, effectuées sur place (sept. 1924), ont porté sur les eaux des neuf sources froides (source de la Coume de Bourg signalée par M. Léon Bertrand; Sourrouilh examinée en 1920; autres eaux signalées et recueillies par M. Mailhet) qui figurent au tableau suivant, dont les quatre premières sourdent sur la Montagne de Superbagnères, la cinquième dans son prolongement vers le Céciré, et les dernières dans le versant droit de la Pique.

Nom ou situation des sources.	Altitude.	Température.	Radon. 10^{-9} curie par litre d'eau.
	m	°	
Carrière de Soulan	850	11,5	13,7
Source de la Grange	750	10,5	5,3
Source de la Prairie	870	9,5	3,6
Source de Sourrouilh	730	11,7	1,5
Coume de Bourg	1850	6	0,7
Source de la Grotte du Chat	1490	5,7	8,7
Source du Gouffre Marie-Louise	725	11	5,0
Source de Salles	625	14	0,7
Source de Montauban	750	12	0,8

(1) A. Lepape, *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1908.

Ces proportions de radon, qui représentent des valeurs minima, les sources n'étant pas captées, sont *relativement élevées pour des sources superficielles* (¹). Les eaux d'infiltration de la Montagne de Superbagnères se trouvent donc fortement enrichies en radon lorsqu'elles atteignent les galeries de captage des sources thermales (altitude 636^m), où elles donnent naissance aux sources : François (T° = 18°,3; Radon = 16,2), Ferrugineuses (T° = 31°,5; Radon = 31,6), Suintements Bosquet n° 6 (T° = 28°,4; Radon = 33,3), Lepape (T° = 29°,3; Radon = 41,5), etc. Poursuivant leur mouvement de descente, ces eaux superficielles se mêlent (granite) ou non (schistes) aux eaux sulfurées ascendantes, suivant le mécanisme antérieurement décrit et ainsi nouvellement confirmé.

3. On n'a jamais signalé, dans cette région, la présence de minéraux d'uranium (²), mais on observe que les roches granitiques contiennent en abondance des cristaux de mica blanc généralement très développés. Or, on sait (Waters, 1909 et 1910; Fletcher, 1911) que c'est dans le mica que se concentre la majeure partie du radium du granite. Le dosage du radium présent dans un échantillon de mica blanc que M. Mailhet a obtenu par lévigation des sables recueillis au pied de la paroi sud de la galerie François (paroi sud dans le granite, paroi nord dans les schistes) a montré que ce mica contient 79.10^{-12} gramme Ra par gramme, soit sept fois plus que dans le plus riche des échantillons de mica étudiés par M. Fletcher (³). Dans les sédiments micacés et ferrugineux prélevés sur le sol de la galerie François (provenant des deux parois), nous avons trouvé 112.10^{-12} gramme Ra par gramme. Quelque sommaires qu'ils soient, ces résultats suffisent pour expliquer parfaitement la radioactivité élevée des eaux qui circulent dans les roches granitiques de la région de Luchon, car *dans ces roches, non seulement le mica y est abondant, mais il paraît, au surplus, y être particulièrement riche en radium.*

A un autre point de vue, il semble que la Montagne de Superbagnères doive receler d'importantes quantités d'eau radioactive, susceptibles d'être captées pour les besoins éventuels de l'Établissement thermal.

4. Résulte-t-il de ces proportions élevées de radium dans les roches que

(¹) En Haute-Loire, certaines sources froides sont également très radioactives (Sembadel : 7,7, Nogier, 1924; Ceyssac : 14, Baldit, 1925, etc.).

(²) MM. Sabatier et Léon Bertrand, entre autres, nous ont dit n'avoir jamais rencontré de minéraux fortement radioactifs, au cours de leurs nombreuses excursions minéralogiques ou géologiques dans les environs de Luchon.

(³) A.-L. Fletcher, *Phil. Mag.*, 20, 1911, p. 102.

les eaux soient elles-mêmes riches en sels de radium dissous? La détermination du radium en dissolution dans les eaux de trois des sources thermales nous a fourni les résultats suivants :

Sources.	Radon par litre d'eau (1).	Radium par litre d'eau.	Radon / Radium
S. Lepape	$41,5.10^{-9}$ curie	26.10^{-12} gr. Ra	1600
S. Bordeu réunies	7,9	32,7	240
S. Bayen	0,85	326	2,6

Sur ces exemples, encore trop peu nombreux, on voit que les proportions du radium varient en sens inverse de celles du radon (2) et l'on constaterait qu'elles varient dans le même sens que la température et la sulfuration. *Les eaux superficielles, très riches en radon, sont donc pauvres en radium.*

La source Bayen (la plus chaude et la plus sulfurée de la station) contient une notable quantité de radium dissous; pour rendre compte de ce fait, plusieurs hypothèses se présentent à l'esprit, entre lesquelles les données acquises ne permettent pas encore de choisir.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude sur la viscosité et la tension superficielle pendant l'éthérification.* Note (3) de Mlle **Germaine Cauquil**, transmise par M. Moureu.

I. Dans une première série d'expériences je me suis proposé d'étudier la viscosité des mélanges d'alcool et d'acide pendant leur éthérification, car il m'a semblé possible de pouvoir en observer les variations probables ayant en mains des alcools très visqueux.

Je ne me suis pas attachée à mesurer la viscosité à la température à laquelle j'ai effectué l'éthérification (4), parce qu'à cette température (95°) l'acide acétique et l'eau ont une grande tension de vapeur; d'autre part, à plus basse température, la viscosité est plus grande et par conséquent les différences plus sensibles. Après un certain temps de chauffage exactement

(1) A. Lepape, *Comptes rendus*, **171**, 1920, p. 731.
(2) Cette relation peut résulter de l'épuisement progressif du radium des roches encaissantes par les filons hydrothermaux, lorsque les eaux sont susceptibles de dissoudre des quantités notables de ce radioélément.
(3) Séance du 15 juillet 1925.
(4) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 323 et 1538.

déterminé, les mélanges étaient refroidis brusquement et les mesures de viscosité et de densité étaient effectuées sur le liquide à 20°.

J'ai étudié successivement six systèmes :

1° Cyclohexanol-acide acétique (mélange équimoléculaire);
2° Orthométhylcyclohexanol-acide acétique (id.);
3° Orthoéthylcyclohexanol-acide acétique (id.);
4° Métaméthylcyclohexanol-acide acétique (id.);
5° Paraméthylcyclohexanol-acide acétique (id.);
6° Diméthylcyclohexanol-1.3.4-acide acétique (id.);

et, de la comparaison des résultats obtenus, il semble possible de pouvoir suivre viscosimétriquement la marche de l'éthérification du cyclohexanol et de ses homologues par l'acide acétique.

Ces résultats devant être exposés plus longuement dans un autre Mémoire nous dirons seulement ici qu'à 20° les viscosités des mélanges équimoléculaires de cyclohexanol et d'acide acétique réagissants sont assez bien représentées en fonction du pour cent x d'acide éthérifié par la formule linéaire : $\eta_t = \eta_0 + Bx$, dans laquelle B sera une constante caractéristique de chaque système soumis à l'expérience. On a ainsi pour les systèmes :

1° Cyclohexanol-acide acétique : $\eta_t = \eta_0 - 0{,}000\,405\,x$;
2° Orthométhylcyclohexanol-acide acétique : $\eta_t = \eta_0 - 0{,}000\,395\,x$;
3° Orthoéthylcyclohexanol-acide acétique : $\eta_t = \eta_0 - 0{,}000\,130\,x$;
4° Métaméthylcyclohexanol-acide acétique : $\eta_t - \eta_0 - 0{,}000\,401\,x$;
5° Paraméthylcyclohexanol-acide acétique : $\eta_t = \eta_0 - 0{,}000\,312\,x$;
6° Diméthyl-1.3.4-cyclohexanol-acide acétique : $\eta_t = \eta_0 - 0{,}000\,251\,x$.

La comparaison des valeurs de x ainsi obtenues et des valeurs de x expérimentales concordent bien.

II. Dans une deuxième série d'expériences, j'ai étudié les variations de la tension superficielle, à 20°, dans les mêmes conditions que la viscosité et pour les mêmes systèmes.

La tension superficielle à la surface de contact de deux phases étant une fonction déterminée des grandeurs spécifiques qui déterminent l'état du système dont ces deux phases font partie; il s'ensuit que si l'on détermine la tension superficielle connaissant la température et la pression on doit pouvoir déterminer les concentrations du système et par suite le pour 100 d'acide éthérifié. Les mesures expérimentales de la tension superficielle pendant le cours de l'éthérification m'ont donné des résultats qui peuvent être représentés en fonction de x par l'équation linéaire suivante : $\gamma_t = \gamma_0 + Bx$.

J'ai ainsi obtenu pour les systèmes :

1° Cyclohexanol-acide acétique : $\gamma_t = \gamma_0 + 0,0305\,x$;
2° Orthométhylcyclohexanol-acide acétique : $\gamma_t = \gamma_0 + 0,0146\,x$;
3° Orthoéthylcyclohexanol-acide acétique : $\gamma_t = \gamma_0 + 0,0095\,x$;
4° Paraméthylcyclohexanol-acide acétique : $\gamma_t = \gamma_0 + 0,140\,x$;
5° Diméthylcyclohexanol-1.3.4-acide acétique : $\gamma_t = \gamma_0 + 0,0145\,x$;
6° Métaméthylcyclohexanol-acide acétique : $\gamma_t = \gamma_0 + 0,0185\,x$.

A remarquer qu'ici on a des valeurs de B positives tandis que dans l'étude des viscosités B était négatif.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'entraînement de la magnésie par l'alumine en milieu ammoniacal.* Note de MM. **Pariselle** et **Laude**, présentée par M. G. Urbain.

Ayant remarqué qu'en analyse qualitative, le magnésium passe parfois inaperçu lorsqu'un de ses sels se trouve mélangé à un sel d'aluminium, nous nous sommes proposé d'étudier d'une façon méthodique quelle était l'influence de la proportion de chlorure d'ammonium sur la précipitation par l'ammoniaque d'un mélange équimoléculaire de sulfate d'aluminium et de sulfate de magnésium.

Dans toutes les expériences réalisées, le degré de dilution des sulfates a été maintenu constant et voisin de $\frac{1}{200}$ de molécule par litre, et l'ammoniaque a toujours été employée en quantité quatre fois supérieure à la quantité théorique.

Voici les conclusions auxquelles nous sommes arrivés :

1° Le sulfate d'aluminium seul ne précipite pas totalement par l'ammoniaque dans les conditions indiquées (¹); en présence d'un excès de chlorure d'ammonium la précipitation d'alumine est pratiquement complète (²).

2° On sait que le sulfate de magnésium ne précipite pas totalement par l'ammoniaque; une dose relativement faible de chlorure d'ammonium (moins de une molécule de chlorure pour une de sulfate) suffit pour empêcher la précipitation.

3° Le mélange des deux sulfates précipite intégralement par l'ammoniaque en l'absence de chlorure d'ammonium (³).

(¹) Le poids d'Al^2O^3 trouvé est les 80 pour 100 du poids théorique.

(²) Pour 10^{cm^3} de sulfate d'aluminium décinormal additionné de 200^{cm^3} de chlorure d'ammonium normal puis de 15^{cm^3} d'ammoniaque à 22^g par litre on trouve un précipité d'alumine anhydre pesant 97^{mg} (au lieu de 102 théoriques).

(³) Poids total des oxydes 145^{mg}; calculé 142.

En présence de ce réactif, l'entraînement complet de la magnésie persiste tant que la proportion de chlorure ne dépasse pas 8 molécules pour une molécule de chacun des deux sulfates (1).

Pour des doses croissantes de chlorure, l'entraînement de la magnésie diminue, et il cesse pratiquement de se produire lorsqu'on utilise 100 molécules de chlorure pour 2 molécules du mélange des deux sels (2).

Pour contrôler ces résultats nous avons, dans chaque expérience, dosé le magnésium, contenu dans le filtrat, sous forme de pyrophosphate.

En résumé pour être certain de maintenir en solution les composés du magnésium, lors de la précipitation de l'alumine par l'ammoniaque, on doit employer des doses massives de chlorure d'ammonium; sinon il y a entraînement de la magnésie par l'alumine. Il est difficile d'expliquer ce phénomène par voie purement physique, et il est vraisemblable que, faute de doses suffisantes de sel ammoniacal, il y a formation d'aluminate de magnésium (spinelle) insoluble.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle menthone racémique et sur les deux menthols stéréoisomères correspondants.* Note (3) de M. **Pierre Bedos**, transmise par M. Moureu.

Nous avons montré antérieurement (4), en collaboration avec M. Godchot, que l'action sur le Δ_3-méthylcyclohexène de l'acide hypochloreux fournit deux chloro-2-méthyl-5-cyclohexanols stéréoisomères. L'action de l'iodure de méthylmagnésium sur ces alcools chlorés et sur l'oxyde du $\Delta 3$-méthylcyclohexène nous avait fourni deux diméthyl-2.5-cyclohexanols donnant par oxydation une même dyméthyl-2.5-cyclohexanone. A l'aide de ces méthodes, en mettant en œuvre le bromure d'isopropylmagnésium, nous avons pu faire la synthèse de nouveaux menthols.

D'après les travaux des divers auteurs, il semble qu'on ne connaît nette-

(1) Poids total des oxydes 139^{mg}; calculé 142.

(2) Pour 20$^{cm^3}$ du mélange des deux solutions décinormales des sulfates, additionnés de 32$^{cm^3}$ de chlorure d'ammonium normal, on obtient un précipité qui, calciné, pèse 113^{mg}; avec 120$^{cm^3}$ de chlorure, le poids est de 95^{mg}; avec 200, il est de 93; le poids théorique d'alumine est de 102^{mg}, et celui de magnésie de 40^{mg}.

(3) Séance du 15 juillet 1925.

(4) Godchot et Bedos, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 1411, 178, 1924, p. 1184 et 1374.

ment qu'une seule des deux menthones racémiques stéréoisomères prévues par la théorie (Brunel : E = 212°, oxime F = 80°, semicarbazone F = 159°); à cette menthone correspondent les deux menthols : F = 34°, phtalate acide F = 130° et F = 51°, phtalate acide F = 177° (Pickard et Littlebury).

I. L'action du bromure d'isopropylmagnésium sur chacun des deux chloro-2-méthyl-5-cyclohexanols conduit, d'après le processus mentionné antérieurement, à de nouveaux menthols stéréoisomères. Le chloro-2-méthyl-5-cyclohexanol, $E_{14} = 95\text{-}97°$ fournit un menthol caractérisé nettement par son allophanate, F = 133°; le chloro-2-méthyl-5-cyclohexanol, $E_{14} = 103\text{-}105°$ engendre un autre menthol, nettement différent du précédent, caractérisé par son allophanate, F = 177°. Dans cette réaction, les deux menthols sont obtenus à l'état de mélanges, car la séparation des deux chloro-2-méthyl-5-cyclohexanols, effectuée par distillation, n'est pas rigoureuse; de plus, ils sont souillés de produits de réactions secondaires qu'il est impossible d'éliminer par distillation. On ne peut séparer ces deux menthols que sous forme d'allophanates, d'autant plus que ces deux alcools fournissent avec l'anhydride phtalique des produits visqueux incristallisables.

II. L'action du bromure d'isopropylmagnésium sur l'oxyde du Δ_3-méthylcyclohexène conduit uniquement au menthol caractérisé par l'allophanate, F = 177°, identique à celui qu'on obtient à partir du chloro-2-méthyl-5-cyclohexanol à point d'ébullition le plus élevé. Le menthol obtenu par cette voie se présente sous la forme d'un liquide incolore possédant une odeur faible de menthe, $E_{14} = 92°$, $D_{20}^{20} = 0,901$, $n_D^{20} = 1,45786$ (R. M. : calculée pour $C^{10}H^{20}O = 47,55$; trouvé = 47,22); phényluréthane, F = 109-110°.

Nous avons essayé de régénérer ces deux menthols des allophanates, F = 177° et F = 133°, afin d'obtenir ces alcools sous un état de pureté convenable : traités par la potasse aqueuse à l'ébullition, ces allophanates ont fourni tous deux, anormalement, une même uréthane fusible à 117-118°, et non pas les alcools eux-mêmes.

III. D'après les faits signalés déjà dans le cas des diméthyl-2.5-cyclohexanols, ces deux menthols correspondent à une même menthone. Celle-ci, obtenue par oxydation chromique de l'un ou l'autre de ces menthols, se présente sous la forme d'un liquide très légèrement coloré en jaune, possédant une odeur assez nette de menthe, $E_{13} = 81\text{-}82°$, $D_{16}^{16} = 0,891$, $n_D^{16} = 1,4444$ (R.M. : calculée pour $C^{10}H^{18}O = 46,215$; trouvée = 45,94). Cette menthone, traitée par les divers réactifs habituels des cétones, ne

nous a fourni à l'état cristallisé ni l'oxime, ni la semicarbazone, ni le dérivé benzylidénique.

Pour la caractériser, nous avons pu, par réduction de son oxime $E_{10} = 124$-$125°$, $D_{13}^{13} = 0,9502$, $n_D^{13} = 1,4787$; R.M. : calculée pour $C^{10}H^{19}ON = 50,48$ (¹), trouvé $= 50,29$), obtenir une menthylamine (liquide incolore, odeur de marée, $E_{10} = 79$-$80°$, $D_{25}^{25} = 0,849$, $n_D^{25} = 1,45116$ (R.M. : calculée pour $C^{10}H^{21}N = 49,40$ (²), trouvé $= 49,17$), fournissant une phénylurée cristallisée bien définie. Celle-ci, préparée à partir de l'un ou l'autre des deux menthols (allophanates : $F = 177°$ et $F = 133°$) est toujours identique et fusible à 122°; ce fait confirme bien que les deux menthols obtenus correspondent à une même menthone.

Nous avons tenté, en outre, d'obtenir les deux menthols correspondant à cette menthone, en réduisant cette dernière dans diverses conditions. D'une part, nous l'avons réduite par le sodium et l'éther humide, d'autre part, nous l'avons hydrogénée catalytiquement en solution dans l'acide acétique cristallisable, en présence de noir de platine (méthode de Woorhes et Adams (³), modifiée par Adams et Schriner) (⁴) : en milieu acide ou alcalin, nous avons toujours obtenu le même menthol, identique à celui qu'on obtient à partir de l'oxyde du Δ_3-méthylcyclohexène, et caractérisé par l'allophanate, $F = 177°$.

En résumé, l'action du bromure d'isopropylmagnésium sur l'oxyde du Δ_3-méthylcyclohexène et sur les chloro-2-méthyl-3-cyclohexanols, issus du Δ_3-méthylcyclohexène par action de la chloro-urée, conduit à deux nouveaux menthols stéréoisomères, qui, oxydés par l'acide chromique, fournissent une même menthone non décrite jusqu'ici. L'existence des quatre menthols racémiques stéréoisomères correspondant aux deux menthones racémiques cis et trans, prévus par la théorie, semble ainsi démontrée.

(¹) Cette valeur 50,48 a été calculée en prenant les modules $C = 2,501$, $H = 1,051$ et $[=N.OH] = 6,55$ (Tchougaeff et Koch, *Comptes rendus*, 153, 1911, p. 259).

(²) Cette valeur 49,40 a été calculée en prenant les modules $C = 2,501$, $H = 1,051$ et N (amines primaires) $= 2,322$ (Eisenlohr, *Tables annuelles internationales de Constantes*, 3, 1912, p. 159),

(³) Woorhes et Adams, *J. Am. Ch. Soc.*, 44, 1922, p. 1397.

(⁴) Adams et Schriner, *J. Am. Ch. Soc.*, 45, 1923, p. 2171.

CHIME ORGANIQUE. — *Sur la décomposition des pyrazolines par oxydation spontanée.* Note [1] de MM. **R. Locquin** et **R. Heilmann**, transmise par M. Moureu.

M. Maire [2] a déjà fait remarquer que les corps poreux comme l'oxyde de cuivre, semblent jouer, vis-à-vis des pyrazolines qu'il a étudiées, un rôle catalytique provoquant la décomposition de ces bases en azote et carbure non saturé.

En opérant dans un tube barométrique rempli de mercure, nous nous sommes rendu compte que ce dégagement gazeux, qui est effectivement dû à de l'azote, constitue, en fait, une propriété commune à toutes les pyrazolines, mais qu'il n'est pas uniquement attribuable à la présence de corps poreux.

D'autre part, on peut constater qu'au bout d'un certain temps le volume de gaz recueilli n'augmente plus, mais qu'il n'est cependant jamais le même pour une quantité donnée de pyrazoline. Tantôt en effet il se dégage à peine 0,5 pour 100 de la quantité totale d'azote existant dans la pyrazoline étudiée, tantôt il s'en produit jusqu'à 5 pour 100.

L'action de la lumière ultraviolette ou celle de la chaleur ne modifient pas non plus le résultat final : elles permettent seulement d'atteindre plus rapidement le moment où cesse le dégagement gazeux. Enfin la proportion du corps poreux introduit et la température de ce dernier ne jouent elles-mêmes aucun rôle, à tel point qu'on peut distiller une pyrazoline dans le vide (avec une rentrée d'azote) et faire passer directement ses vapeurs sur une colonne de $0^m,55$ de longueur, de pierre ponce saupoudrée de terre d'infusoires et chauffée électriquement de 130 à 150°, sans que le produit recueilli à l'extrémité de cette colonne ne soit plus altéré que si l'on avait condensé les vapeurs immédiatement à la sortie du ballon distillatoire.

Les corps poreux constituent simplement les catalyseurs d'une décomposition dont la cause n'a pas encore été déterminée.

Il y a longtemps déjà cependant, Curtius et ses élèves [3] ont signalé qu'en présence de l'air les pyrazolines jaunissent en dégageant de l'azote et que ce dégagement gazeux se produit également sous l'influence des agents oxydants.

En rapprochant cette observation de celles que nous avons relatées ci-dessus on était tout naturellement amené à attribuer le dégagement

---

(1) Séance du 15 juillet 1925.

(2) Maire, *Bull. Soc. chim.*, 3, 1908, p. 278.

(3) Voir Wirsing, *J. f. prakt. Ch.*, 158, 1894, p. 532 à 583.

d'azote à une fixation préalable d'oxygène sur les pyrazolines et c'est ce que nous nous sommes proposé de contrôler.

Nous avons tout d'abord remarqué que cette fixation est tellement énergique qu'un courant d'oxygène sec arrivant bulle à bulle dans un centimètre cube d'une pyrazoline provoque un échauffement atteignant 130° C. dans certains cas.

Sous la simple action de l'air d'ailleurs, l'oxydation est également très vive : ainsi une ou deux gouttes d'une pyrazoline quelconque humectant un morceau de papier poreux ou d'étoffe spongieuse et abandonné à l'air ambiant ne tardent pas à provoquer une brusque production de fumées épaisses.

Tenant compte de ces constatations nous avons fait passer bulle à bulle pendant 24 heures au moins un courant d'oxygène sec dans la pyrazoline en jeu contenue dans un barboteur à trois boules (du type dit Liebig pour analyses organiques) refroidi dans la glace. Peu à peu la glace jaunit en même temps qu'il se produit de l'azote et de l'eau. L'opération terminée on est frappé de l'odeur de cétone qu'émet le liquide.

Effectivement des composés cétoniques ont pris naissance, mais, comme nous le verrons par ce qui suit, le mode de scission n'est pas le même avec n'importe quelle pyrazoline.

Par exemple, en partant de la 3.5.5-*triméthylpyrazoline*

$$\begin{array}{l}(CH^3)^2 = C - CH^2 - C - CH^3 \\ \qquad\quad\; | \qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\quad NH \text{———} N\end{array}$$

dérivant de l'oxyde de mésityle, on régénère seulement une quantité abondante de cette dernière cétone, *non saturée*, caractérisable par ses constantes physiques, sa semicarbazone fondant à 158-159° et sa combinaison avec le bichlorure de mercure.

Au contraire, quand on part d'une pyrazoline de poids moléculaire plus élevé, on obtient bien un peu de la cétone α-β non saturée, dont dérive cette pyrazoline, mais on recueille surtout *la cétone saturée correspondante* dont la production finale est facilement représentable par le schéma :

$$\begin{array}{l}R - CH - CH^2 - C - R' \\ \quad\;\; |^5 \qquad\; ^4 \qquad\;\; ^3 \\ \quad H N^1 \text{———} {}^2N\end{array} + O \rightarrow R - CH^2 - CH^2 - CO - R' + N^2.$$

C'est ainsi que 10g de 3-*méthyl*-5-*isopropylpyrazoline* $C^7H^{14}N^2$ (1) (dérivant de l'isobutylidène acétone) fournissent 1g,7 de *méthylisoamylcétone* $C^5H^{11}_{(iso)}$—CO—CH^3, bouillant à 144°, et caractérisable par sa semicarbazone fondant à 142-143° (2).

De même, en partant de la 3-*méthyl*-5-*isobutylpyrazoline* $C^8H^{16}N^2$ (dérivant de l'isoamylidène acétone) on obtient environ 16 pour 100 de la quantité théoriquement possible de méthylisohexylcétone C^6H^{13} (iso) — CO — CH^3 bouillant vers 163-165° et dont la semicarbazone fond à 152-153° (3).

Il convient d'ailleurs de noter que des résultats analogues sont également fournis par l'emploi, au lieu d'oxygène libre, d'oxydants doux comme l'eau oxygénée ou le ferricyanure de potassium.

Évidemment cette décomposition des pyrazolines en cétone et azote est loin d'être intégrale. A côté de la cétone formée, saturée ou non, prennent naissance des produits basiques bouillant à température élevée et sans point fixe. Nous ne désespérons pas de tirer de ces résidus des corps définis et de pouvoir alors élucider complètement le mécanisme de cette intéressante réaction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des dialcoylcyclohexénones en dialcoylbenzènes*. Note de M. E.-E. **Blaise** et Mlle M. **Montagne**, présentée par M. G. Urbain.

Les δ-dicétones perdent très facilement une molécule d'eau pour donner des cyclohexénones et, comme nous l'avons montré antérieurement, le dipropionylpropane fournit ainsi une méthyléthylcyclohexénone :

$$CH^2\langle\begin{matrix}CH^2 & CO \\ & \\ CH^2 & CO - C^2H^5\end{matrix}\rangle CH^2CH^3 \rightarrow CH^2\langle\begin{matrix}CH^2 & CO \\ & \\ CH^2 & C - C^2H^5\end{matrix}\rangle C - CH^3$$

Nous nous sommes proposé de développer l'étude de ces cyclénones encore peu connues. Nos premières recherches ont porté sur l'étude des propriétés additives de la double liaison qui, en fait, sont bien moins marquées que celles des cétones éthyléniques-αβ-acycliques, et ces recherches nous ont permis d'observer une transformation imprévue.

(1) Cette pyrazoline a déjà été décrite par Kizhner, *J. Soc. Ph. Ch. Russie*, 45, 1913, p. 987.

(2) Darzens, *Comptes rendus*, 140, 1905, p. 153.

(3) *Loc. cit.*

Si l'on traite la méthyléthylcyclohexénone par l'acide bromhydrique en solution aqueuse saturée à 0°, on constate qu'il ne se produit sensiblement aucune addition d'hydracide sur la double liaison.

Ce fait nous a conduit à essayer l'action de l'hydracide en tube scellé et à chaud. La cétone est additionnée de quatre fois son poids d'acide bromhydrique en solution aqueuse saturée à la température ordinaire. Le liquide obtenu est encore légèrement louche; cependant la presque totalité de la cétone est entrée en dissolution.

Le mélange est introduit dans un tube qu'on scelle et qu'on chauffe pendant 4 heures dans un bain d'eau bouillante. On constate, après refroidissement, que le liquide s'est séparé en deux couches. Après neutralisation et épuisement à l'éther, et élimination de ce solvant, il reste un liquide qu'on distille sous pression réduite.

La presque totalité passe à 62-63 sous 20-21^{mm}, et l'on recueille ensuite quelques gouttes seulement de méthyléthylcyclohexénone non transformée. Le premier produit bout donc beaucoup plus bas que l'hexénone et ne renferme pas d'halogène. L'analyse et la détermination du poids moléculaire conduisent à la formule C^9H^{12} qui est celle d'un carbure de la série benzénique. De la constitution de l'hexénone on déduit que ce carbure doit être l'*o*-méthyléthylbenzène :

$$\begin{matrix} & CH^2 \; CO & \\ CH^2 \langle & & \rangle C - CH^3 \\ & CH^2 \; C - C^2H^5 & \end{matrix} \rightarrow H^2O + \begin{matrix} & CH \; CH & \\ CH \langle & & \rangle C - CH^3 \\ & CH \; C - C^2H^5 & \end{matrix}$$

L'acide bromhydrique aqueux s'est donc comporté comme un déshydratant. La constitution du carbure benzénique a été établie, par oxydation au moyen du permanganate de potasse, en solution aqueuse et à l'ébullition. Contrairement aux indications de Claus [1], qui a vraisemblablement opéré sur un carbure impur, il ne se forme pas du tout d'acide téréphtalique et l'on obtient de l'acide *o*-phtalique facile à caractériser sous forme d'anhydride fusible à 128°. La position des deux alcoyles et l'existence du noyau benzénique sont ainsi mis en évidence. Ce résultat a d'autre part, été corroboré par la détermination de la réfraction moléculaire. On trouve

$$D_4^{25,7} = 0,8786; \quad n_D = 1,50198; \quad R_m = 40,34.$$

Le calcul donne

$$R_m = 40,35.$$

(1) *Ber.*, 19, 1886, p. 3084.

L'accord ne peut être meilleur et il y a lieu de remarquer que Auwers a trouvé pour un méthyléthylbenzène, préparé synthétiquement,

$$n_D = 1,50569 \text{ à } 16^\circ \quad \text{et} \quad n_D = 1,50381 \text{ à } 20^\circ.$$

L'extrapolation conduit pour la température de 24°,7 à un chiffre extrêmement voisin de celui que nous avons trouvé. Cette formation d'un carbure benzénique par déshydratation d'une hexénone sous l'influence de l'acide bromhydrique aqueux à 100° est un fait curieux, et le mécanisme de la déshydratation est assez obscur. Nous avons d'ailleurs observé que la déshydratation de l'hexénone est encore plus facile quand on opère en l'absence d'eau, c'est-à-dire en saturant la cétone elle-même d'acide bromhydrique.

Nous nous proposons de développer l'étude de cette réaction à laquelle nous n'avons trouvé qu'un précédent dans la littérature chimique. Knoevenagel [1] a, en effet, déjà signalé que la déshydratation d'une triphénylcyclohexénone au moyen de chlorure de zinc donnait un peu du triphénylbenzène correspondant, mais en fait la constitution de ce dernier n'avait pas été établie.

HYDROLOGIE. — *Les eaux minérales radioactives du Guergour (Algérie).* Note [2] de MM. **I. Pouget** et **D. Chouchak**, transmise par M. Charles Moureu.

Les sources thermales d'Hammam el Djoudi sourdent sur la rive droite de l'oued Bou Sellam, à 1^{km} environ après la sortie de cette rivière des gorges du Guergour. Elles sont situées à 8^{km} de Lafayette et à 55^{km} de Sétif.

Des ruines romaines, à leur voisinage immédiat, attestent que les Romains les utilisaient. Actuellement, elles sont fréquentées par de nombreux indigènes; une installation est bien réservée aux Européens, mais jusqu'ici aucun hôtel ne leur permettait d'y séjourner, il était donc rare que ceux-ci puissent bénéficier des propriétés curatives de ces eaux. Un hôtel récemment construit, dans des conditions modestes encore, va sans nul doute modifier cette situation.

Les sources les plus importantes sont au nombre de dix, sur lesquelles

---

(1) *Lieb. Ann.*, **281**, 1894, p. 72.
(2) Séance du 15 juillet 1925.

cinq sont utilisées dans des piscines, sous des abris rudimentaires. Le débit de ces cinq sources varie de 4^l à 6^l, 5 par seconde [1]. Une sixième source dite Hammam Chof (source de la laine) sourd à un niveau plus bas que les précédentes, tout près du lit de la rivière, elle n'est pas captée, mais les indigènes ont formé avec des cailloux roulés et de la terre un bassin assez large et assez profond pour pouvoir s'y baigner. Le débit des autres sources (l'Hammam Kebli exceptée) est plus faible de $0^l,8$ à $0^l,5$ par seconde.

La mesure de la résistivité donne pour toutes ces eaux des nombres compris entre 270 et 274, elles ont donc des compositions chimiques très voisines.

Leur température est comprise entre 41° et 44°. Elles sont toutes radioactives : la source Hammam Chof, dont il vient d'être question, est la plus radioactive de toutes avec 122 millimicrocuries d'émanation de radium (sa température est de 42°, sa résistivité 270). Elle se place ainsi parmi les plus radioactives connues : après Joachimstal, qui a 240 millimicrocuries, et la source Altromische de l'île d'Ischia qui en a 194. Elle contient en outre 5.10^{-12} gramme de radium par litre.

Les autres sources ont [2] :

	Radioactivité en émanation de Ra.	Température.	Résistivité.
	mmc	°	
Source supérieure de la piscine pour hommes indigènes..	44,2	42,6	273
Source inférieure de la même piscine..................	8,16	44,1	273
Hammam Cherbel....................................	28,8	41,0	271
Sidi Bachir...	19,7	42,0	273
Hammam Nachla (source du Palmier)..................	15,5	41,0	273
Source non captée au-dessus de la piscine pour hommes..	15,6	42,5	274
Source dite des « douches pour les Européens »........	11,0	44,0	271
Hammam Kebli (non captée)..........................	5,1	42,0	273
Hammam Sidi Djoudi (captée pour les femmes indigènes).	4,9	44,6	271

Nous avons analysé l'eau de la source supérieure de la piscine pour hommes (R = 273) et celle de l'Hammam Chef (R = 270); voici les résultats :

---

(1) HANRIOT, *Les eaux minérales d'Algérie* (Dunod, 1911).

(2) La source supérieure sort de la roche à 1^m environ au-dessus du niveau de l'eau de la piscine, la source inférieure a son griffon sous le niveau de l'eau. Ces deux sources, dont les orifices de sortie sont très voisins, ont même résistivité, et par suite même composition chimique, mais leur température et surtout leur radioactivité sont différentes.

Date de la prise d'échantillons : 3 octobre 1924.

	Hamman Chef.	Source de la piscine.
Résidu sec à 180°	3g,505 (par litre)	3g,499 (par litre)
Alcalinité totale en cm³ d'HClN	3,7	3,7
Alcalinité permanente	1,2	1,2
CO^3 total	0,322	0,300
CO^2 libre	0,073	0,057
CO^3 des carbonates neutres	0,111	0,111
Cl	0,475	0,475
SO^4	1,707	1,692
SiO^3	0,032	0,036
Ca	0,641	0,640
Mg	0,085	0,085
Na	0,322	0,334
K	0,0089	0,0086
Fe	0,0003	0,0035

Elles sont donc sulfatées calciques et leur composition chimique est presque identique. Elles avaient été analysées il y a une cinquantaine d'années par Poncelet, du Service des Mines, qui leur assignait un résidu sec de 3,251 ; les analyses du Professeur Hanriot effectuées il y a une quinzaine d'années donnent 3,319 ; aujourd'hui on trouve 3,505 et 3,499 pour les deux sources dont les résistivités sont les plus différentes. Il semble donc que la minéralisation de ces eaux va peu à peu en augmentant.

Au point de vue géologique, ces sources sont certainement en relation avec une faille mettant en contact le Cénomanien et le Sénonien. Cette faille est visible sur la rive gauche du Bou Sellam, elle ne l'est pas sur la rive droite, le travertin calcaire déposé par les eaux ne le permet pas ; sa direction OE semble passer par les sources (indications de M. Savernin).

BOTANIQUE. — *Sur la formation des essences.* Note (¹) de Mlle **H. Popovici**, présentée par M. Molliard.

Malgré toutes les recherches entreprises par de nombreux auteurs, la question de mode et du siège de l'élaboration des essences n'est pas encore résolue. De nouvelles recherches sont donc indispensables. D'après les plus anciens auteurs, l'essence apparaîtrait au sein même des cellules

(¹) Séance du 15 juillet 1925.

sécrétrices, d'où elle émigrerait en traversant la membrane, soit dans la poche sous-cuticulaire s'il s'agit de poils, soit dans le canal s'il est question de poches sécrétrices, ou de canaux sécréteurs. Cette théorie est attaquée par Tschirch qui est d'avis que c'est aux dépens de la membrane que les essences se forment. Sa destruction complète serait le résultat de cette production d'huile essentielle. D'autre part, la présence fréquente des tanins dans les organes sécréteurs a conduit certains auteurs à admettre un rapport génétique entre ces deux catégories de substances. D'après Moreau, le rôle important mais passif dans l'élaboration des essences reviendrait aux mitochondries dont la substance servirait de véhicule à travers la membrane; théorie infirmée par Guilliermond et par Guilliermond et Mangenot dans leurs études cytologiques sur les poils sécréteurs du Noyer. Enfin pour Charabot, l'essence serait élaborée dans le parenchyme assimilateur et de là transportée et accumulée dans les cellules appelées sécrétrices.

Ce qui nous a particulièrement préoccupé et ce qui fait le sujet de cette Note c'est surtout l'étude cytologique des cellules qui contiennent l'huile essentielle. Nos observations ont porté sur des plantes de familles très différentes, pourvues de canaux ou de poils sécréteurs (*Philodendron*, *Kleinia*, *Parthenium*, *Dahlia*, *Glechoma*, *Quercus*, etc.).

Les cellules sécrétrices sont quelquefois plus petites ou souvent tout aussi grandes que celles du parenchyme environnant. A leur intérieur on peut voir, grâce à leur grande réfringence, même sans aucune coloration préalable, des gouttes d'essence. Comme colorants nous avons employé le soudan, la teinture d'orcanette (les deux en solution dans du chloral), la cyanine, l'acide osmique et surtout le bleu d'indophénol, le seul colorant vital des graisses et des essences. Ce dernier a été très peu employé en cytologie végétale; la première fois par Zweibaum et Mangenot et puis par Guilliermond et Mangenot. Ces différentes colorations nous ont permis de mettre en évidence, d'une part la situation des gouttelettes dans les cellules et d'autre part la relation de ces gouttes avec l'essence du canal, ou de la poche sous-cuticulaire. C'est dans les cellules déjà adultes qu'on peut se rendre mieux compte que l'essence se trouve dans le cytoplasme et non dans la vacuole. Pour mieux préciser cette localisation nous avons essayé une double coloration vitale au rouge neutre et au bleu d'indophénol. Le rouge neutre détermine l'apparition, dans la vacuole, de précipités animés de mouvements browniens, tandis que l'essence colorée en violet par le « nadi » se détache très nettement dans le cytoplasme.

Celui-ci est réduit à un sac périphérique et c'est là seulement qu'on observe les gouttes d'huile essentielle. Le centre des cellules est occupé par une grosse vacuole, dépourvue complètement de composés tannoïdes, ce qui prouve que ces substances ne jouent aucun rôle dans l'élaboration des essences. Par contre, le système vacuolaire des poils sécréteurs, contient toujours du tanin. Il ne s'agit pas d'une relation entre l'essence et ce produit, dont la présence est mieux expliquée par l'origine épidermique de ces poils, les tanins étant très répandus dans les cellules épidermiques des plantes. Un fait qui ne paraît pas être privé d'importance, c'est la constante situation des noyaux, contre la membrane qui regarde la lumière du canal. Par des fixations et colorations, soit au Regaud, soit au Meves-Kull, nous avons pu suivre l'évolution du chondriome de ces cellules. Il est constitué, dans les cellules adultes, par des mitochondries en forme de grains ou de bâtonnets, et par des plastes qui tantôt sont petits, à peine plus gros que les mitochondries inactives et élaborent de petits grains d'amidon (*Philodendron*), tantôt sont des chloroplastes pareils à ceux des cellules voisines. Dans le cas de *Kleinia* ces chloroplastes élaborent de tout petits grains d'amidon et de la graisse, tandis que ceux du parenchyme n'élaborent que de très grands grains d'amidon. Même les plus vieilles cellules nous ont montré leur chondriome intact et à aucun stade d'évolution nous n'avons pu constater les faits observés par Moreau dans les poils sécréteurs du Houblon. La méthode de Meves-Kull nous a permis de fixer très bien l'essence, aussi bien celle du canal que celle des cellules qui l'entourent. Les colorations très nettes et différentes des mitochondries (rouge) et des gouttes d'essences (brun foncé) nous ont appris qu'il n'y a aucun rapport entre ces deux catégories de corps figurés. Ces dernières apparaissent directement dans le protoplasme. Nous sommes arrivés par une autre méthode aux mêmes conclusions : des pièces fixées au Regaud, colorées par la méthode de Kull et ensuite traitées par le mélange « nadi » (mitochondries rouges, essence violette) ou bien, fixées au Regaud, colorées à l'hématoxyline ferrique et puis au soudan (mitochondries noires, essence rouge). Dans les deux cas, les coupes ont été faites avec le microtome à congélation, la méthode de Regaud ne permettant pas la conservation de l'essence sur des coupes à la paraffine. Il est à noter que la méthode de Meves qui nous a si bien réussi dans le cas des canaux sécréteurs, ne nous a pas permis de fixer l'essence des poils (*Glechoma*, *Quercus*). Cette résistance variable envers le même fixateur ne doit pas étonner, vu la composition chimique si différente des essences.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La lumière exerce-t-elle une action directe sur la décomposition de la chlorophylle des feuilles en automne?* Note de M. **Raoul Combes**, présentée par M. M. Molliard.

Wiesner a émis l'idée que la stabilité du pigment vert à la lumière dans les cellules végétales n'est qu'apparente : la chlorophylle se détruirait d'une manière continue sous l'influence de la lumière, mais les cellules vertes reformeraient de nouvelles quantités de pigment au fur et à mesure qu'il se décompose. Plus tard, R. Willstätter et Stoll ont été conduits à admettre que la chlorophylle contenue dans les plastes jouit d'une stabilité réelle, et Wurmser a expliqué cette stabilité par le fait que dans les cellules végétales la chlorophylle se trouve protégée contre la photo-oxydation par les colloïdes qui l'accompagnent dans les plastes.

La théorie de Wiesner a cependant été adoptée pour expliquer la disparition de la chlorophylle des feuilles en automne. On a admis que les feuilles perdent leur pigment vert dès la saison froide parce que la lumière le décompose et que les tissus foliaires sont alors dans des conditions telles qu'ils ne peuvent reformer de nouveau pigment. A l'appui de cette manière de voir on a apporté de nombreuses observations relatives au jaunissement plus rapide des feuilles de rameaux très éclairés que de celles de rameaux ombragés (Batalin).

J'ai entrepris en 1923 et 1924 deux séries d'expériences en vue de rechercher quelle part d'exactitude contient cette explication, et de déterminer en particulier si la lumière exerce une influence directe sur la disparition de la chlorophylle des feuilles en automne.

Les premières expériences, commencées le 29 octobre 1923, portèrent sur les feuilles d'un châtaignier. L'arbre ayant été sectionné au ras du sol l'année précédente présentait plusieurs rejets vigoureux et non ramifiés. Le jaunissement commençait par les feuilles de la base des rameaux et se propageait d'une façon régulière de bas en haut. Le 29 octobre, vingt feuilles des parties moyennes et supérieures des rejets, encore complètement vertes, furent soustraites en totalité ou en partie à l'action de la lumière par enveloppement dans de minces lames d'étain. Quelques feuilles furent complètement enveloppées, certaines furent seulement protégées dans leur région inférieure, médiane ou supérieure, d'autres enfin furent enveloppées par des lames d'étain dans lesquelles d'étroites fenêtres avaient été pratiquées. Une feuille témoin était laissée complètement éclairée à côté de chaque feuille soustraite entièrement ou partiellement à l'action de la lumière. Les progrès du jaunissement normal furent suivis sur les feuilles témoins; à mesure qu'il progressait de bas en haut sur les rameaux, dès qu'une feuille

témoin perdait son pigment vert, la feuille voisine, protégée contre la lumière, était débarrassée de son enveloppe d'étain, et l'état du jaunissement était comparé dans les deux feuilles. Les observations faites dans ces conditions du 29 octobre au 19 novembre, date à laquelle toutes les feuilles étaient devenues jaunes, m'ont permis de constater que le pigment vert disparaît des tissus en même temps chez les feuilles normalement éclairées et chez les feuilles complètement soustraites à l'action de la lumière; le jaunissement commence au même moment dans les deux lots d'organes, il progresse avec la même rapidité et il est complet au bout du même temps. Dans les feuilles dont une partie est restée éclairée et l'autre a été soustraite à l'action de la lumière, la destruction du pigment vert a également lieu de la même manière sur toute la surface des organes.

Une seconde série d'expériences a été faite en 1924 en employant une technique différente. Le 22 octobre, des rameaux d'*Acer platanoides* dont les feuilles étaient encore vertes mais sur le point de jaunir furent engagés dans des cylindres de verre de 30^{cm} de longueur et de $7^{cm},5$ de diamètre, rétrécis, en goulots aux deux extrémités. Ces cylindres étaient, les uns enduits extérieurement de plusieurs couches de vernis noir, les autres laissés transparents. Les extrémités dans lesquelles passaient les rameaux étaient obturées par des bouchons de coton; enfin les parties des rameaux pourvues de cylindres noirs furent de plus enveloppées chacune dans un manchon d'une épaisse étoffe noire qui était ligaturée autour du rameau au-dessus et au-dessous du cylindre de verre. Dans ces nouvelles expériences il a été constaté que les feuilles placées à l'obscurité commencent à perdre leur chlorophylle en même temps que celles laissées à la lumière soit à l'air libre soit dans les cylindres de verre transparent. Dans ces diverses conditions le jaunissement se poursuit sensiblement avec la même rapidité et atteint son maximum au même moment.

De l'ensemble de ces résultats on est amené à conclure que l'hypothèse de Wiesner ne peut être appliquée à l'explication du jaunissement automnal. La lumière n'exerce pas d'action directe sur la disparition de la chlorophylle des feuilles en automne. Les différences souvent constatées dans la rapidité du jaunissement chez les feuilles de rameaux très éclairés et celles de rameaux ombragés doit être attribuée à l'influence exercée par la lumière sur la nutrition des feuilles au cours de la période végétative et non à l'action directe de la lumière sur la chlorophylle en automne; les feuilles les plus éclairées jaunissent plus vite que les feuilles ombragées parce que les conditions de nutrition dans lesquelles elles se sont trouvées les ont fait parvenir plus vite à l'état de maturation dont le jaunissement est une des manifestations extérieures.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Équilibre des constituants cellulaires et forme des oxydations de la cellule. Imbibition et types respiratoires chez les plantes reviviscentes.* Note de MM. **André Mayer** et **L. Plantefol**, présentée par M. M. Molliard.

Dans un travail précédent, nous avons montré que, chez les mousses, l'intensité des oxydations cellulaires varie quand varie l'imbibition, qu'il y a un rapport défini entre cette intensité et la teneur en eau, et qu'il existe une proportion déterminée de l'eau et des autres constituants pour laquelle les oxydations sont maxima.

On peut se demander si l'intensité seule des oxydations se trouve modifiée par la variation de la teneur en eau, et si la nature même des oxydations ne dépend pas elle aussi de l'imbibition.

On peut aborder la question en examinant systématiquement les quotients respiratoires de mousses amenées à des imbibitions diverses. La détermination des quotients respiratoires, facile lorsque les variations de l'atmosphère, dues à la respiration, sont importantes, devient très délicate lorsque l'intensité des échanges est minime. La nature même des phénomènes que nous étudions nous a obligés à avoir recours successivement à plusieurs méthodes : méthode gravimétrique de Haldane, méthode manométrique, et enfin méthode eudiométrique, la plus directe, employable à condition d'utiliser d'une part des appareils permettant l'extraction totale des gaz (trompes de Langmuir accouplées à une pompe à mercure) et d'autre part des appareils eudiométriques perfectionnés assurant une sensibilité du $\frac{1}{5000}$ environ (eudiomètre de Laulanié modifié par Plantefol).

I. Quotient respiratoire et imbibition. — Si l'on examine différents échantillons d'un même lot de mousse (*Hypnum triquetrum* L.) à des taux d'imbibition échelonnés et décroissants, et respirant à l'obscurité, on constate le phénomène suivant :

Le quotient respiratoire, voisin de l'unité pour des mousses saturées d'eau, et abaissé pour des mousses d'imbibition supérieure à 1, *s'élève considérablement pour des mousses dont l'imbibition est de moins de* 0,6.

Quand on compare les résultats d'une série d'expériences, on constate que :

a. Les mousses saturées d'eau présentent un quotient variable (0,75 à 1) suivant leurs conditions physiologiques antérieures.

b. Pour les mousses moyennement imbibées, les conditions physiologiques antérieures sont sans influence sur le quotient (0,85 à 0,95).

c. Les mousses dont l'imbibition est inférieure à 1 ont un quotient d'autant plus élevé qu'elles sont plus sèches. La valeur de ce quotient ne paraît dépendre que de la teneur en eau de la mousse. Elle peut atteindre 13,7 pour une imbibition de 0,25.

II. Le quotient respiratoire des mousses sèches. — Quelle est la signification des quotients respiratoires très élevés que l'on constate ainsi chez les mousses sèches?

On doit d'abord se demander s'il ne s'agit pas de quotients apparents dus soit à un dégagement d'oxygène, soit à un dégagement d'acide carbonique sans relation avec la respiration.

Il ne peut s'agir de dégagement d'oxygène : d'une part le rapport $\frac{O^2}{N^2}$ s'abaisse dans toutes nos expériences; d'autre part, la quantité d'oxygène n'est jamais, en fin d'expérience, supérieure à ce qu'elle était au début.

En second lieu, il faut s'assurer qu'il ne s'agit pas d'acide carbonique dissous, retenu ou faiblement combiné et qui serait mis en liberté par la plante à la suite de la dessiccation. Or, d'une part, l'extraction par le vide de Crookes des gaz contenus dans la plante sèche ne fait pas apparaître une quantité de CO^2 qui soit supérieure au cinquième de celle que la plante émet à l'air libre en 24 heures; d'autre part, la mousse traitée par l'acide chlorhydrique dégage une quantité très faible de CO^2.

Le quotient $\frac{CO^2}{O^2}$ que présente la mousse sèche est donc bien un quotient respiratoire. *L'imbibition faible, l'anhydrobiose détermine un processus d'anaérobiose.*

III. Variations du quotient respiratoire des mousses en fonction du temps. — Pour une mousse saturée d'eau, le quotient respiratoire s'abaisse en quelques jours au-dessous de l'unité jusqu'à atteindre une valeur voisine de 0,7.

Pour les mousses sèches, le quotient s'abaisse progressivement. Dans l'une de nos expériences, égal à 13,7 après la dessiccation, il est de 9 après 3 jours, de 3 après 8 jours, de 1,45 après 1 mois, de 0,72 après plus de 2 mois. On voit d'ailleurs que la quantité totale de CO^2 dégagé, en excès sur l'oxygène consommé, est hors de proportion avec celle qu'on eût pu retirer de la mousse, au début de l'expérience, dans un vide très poussé.

C'est donc bien un type respiratoire particulier, de caractère anaérobie, que détermine la diminution de la teneur en eau chez l'organisme reviviscent étudié.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Minéralisation des feuilles vertes et des feuilles chlorotiques*. Note [1] de MM. **H. Colin** et **A. Grandsire**, présentée par M. Molliard.

Il s'agit exclusivement de la chlorose congénitale ou albinisme; un marronnier et un orme panachés nous ont fourni le matériel nécessaire.

Deux données essentielles dominent le sujet : *pauvres en matière sèche, les feuilles blanches ont plus de cendres que les feuilles vertes*. Ces différences, sensibles dès le début de la végétation, ne cessent de s'accentuer avec le temps; le rapport pondéral des cendres à la matière organique augmente sans désemparer dans les feuilles jaunes jusqu'à l'époque, juin-juillet, où elles se dessèchent; il varie à peine ou diminue dans les feuilles normales durant la même période.

	Matière organique p. 100.		Matière minérale p. 100.		$\frac{\text{minérale}}{\text{organique}}$	
	f. vertes.	f. jaunes.	f. vertes.	f. jaunes.	f. vertes.	f. jaunes.
			Marronnier.			
17 avril...	17,215	13,796	1,413	1,428	0,082	0,103
27 avril...	19,461	13,867	1,372	1,540	0,070	0,111
22 mai...	22,198	14,921	1,618	1,853	0,072	0,124
19 juin...	26,759	15,405	1,916	2,135	0,071	0,138
			Orme.			
8 mai...	22,177	15,022	1,976	1,978	0,089	0,131
30 mai...	26,337	14,718	2,476	2,499	0,094	0,169
21 juin...	32,375	16,399	2,625	2,679	0,081	0,163
28 juillet.	34,837	18,750	3,024	3,300	0,086	0,176

Les mesures de solubilité permettent de s'assurer rapidement que les cendres des feuilles jaunes renferment plus de sels *solubles* que les vertes, ce qui donne à penser qu'elles seront particulièrement riches en sels de potassium.

On arrive à la même conclusion en évaluant l'alcalinité des cendres; les bases solubles sont beaucoup plus abondantes dans les feuilles privées de chlorophylle, c'est-à-dire que la potasse s'y trouve en excès; mais si l'on estime en bloc les bases solubles et insolubles, l'avantage est aux feuilles normales; on peut augurer ainsi de leur teneur en chaux.

---

[1] Séance du 15 juillet 1925.

Alcalinité des cendres (en SO^4H^2 pour 100 de cendres).
(A, alcalinité soluble; B, alcalinité totale).

	Marronnier					Orme			
	feuilles vertes.		feuilles jaunes.			feuilles vertes.		feuilles jaunes.	
	A.	B.	A.	B.		A.	B.	A.	B.
17 avril...	30	59	34	48	8 mai......	23	66	31	56
27 avril...	30	68	37	51	30 mai......	20	80	33	65
22 mai....	26	78	42	55	21 juin.....	20	84	38	68
19 juin....	24	80	39	58	28 juillet...	8	86	36	66

Le détail des dosages confirme pleinement ces vues préliminaires.

Les cendres des feuilles normales sont toujours très riches en chaux dont le pourcentage ne fait que croître; celles des feuilles chlorotiques en renferment beaucoup moins et la proportion augmente peu au cours de la végétation.

La potasse, au contraire, prédomine dans les feuilles blanches et de plus en plus avec le temps; dans les feuilles vertes, elle perd de son importance à mesure que la saison s'avance.

L'acide phosphorique se rencontre, au printemps, en quantité à peu près égale dans les cendres des deux catégories de feuilles; dans la suite, le pourcentage s'abaisse mais la diminution est moins accusée dans les cendres des feuilles jaunes; comme il était aisé de le prévoir, une partie de l'acide s'y trouve combinée à la potasse.

Les autres matières minérales subissent des variations beaucoup moins étendues; la proportion de magnésie est de 3 à 6 pour 100 du poids des cendres, celle de l'acide sulfurique de 2 à 5 pour 100. Il est à noter que les feuilles blanches donnent avec autant d'intensité que les vertes les réactions colorées du fer.

Éléments des cendres (pour 100 du poids des cendres).

	Feuilles vertes.					Feuilles jaunes.				
	CaO.	MgO.	K^2O.	SO^3.	P^2O^5.	CaO.	MgO.	K^2O.	SO^3.	P^2O^5.
					Marronnier.					
17 avril...	15,57	5,76	17,86	3,36	23,17	6,45	5,52	31,58	3,90	24,30
27 » ...	17,78	6,36	18,48	3,29	22,10	7,55	5,40	34,65	3,77	22,74
22 mai...	24,94	5,89	14,52	3,99	15,18	7,59	5,13	37,25	4,29	18,48
19 juin....	29,88	5,44	13,44	4,27	10,39	9,47	3,55	34,81	4,69	16,85
					Orme.					
8 mai....	22,25	5,84	11,76	4,30	16,00	14,59	4,58	20,43	5,88	16,29
30 »	30,80	5,56	8,04	3,01	10,00	17,50	4,05	24,32	4,80	10,94
21 juin....	37,33	6,14	5,24	2,22	6,39	18,84	4,08	26,15	4,90	10,20
28 juillet.	37,52	6,67	4,12	1,35	5,08	15,40	3,85	34,80	3,81	9,12

Déficit de principes organiques, excès de matières minérales, prédominance de plus en plus accusée de la potasse sur la chaux, tels sont les traits saillants des feuilles atteintes d'albinisme. Nos résultats concordent pleinement avec ceux, déjà anciens, de Church (¹) qui a soumis à l'analyse un grand nombre de plantes panachées, mais s'en est tenu à une seule série de dosages. Dans les cas de chlorose accidentelle, certains auteurs, contredits par d'autres, ont noté l'abondance de la potasse dans les cendres; ce même caractère a été signalé par M. Molliard (²) dans les galles; dans les feuilles étiolées à l'obscurité, les choses se passent tout différemment, ce qui prouve que l'absence de chlorophylle n'a pas nécessairement la même répercussion sur le taux et la composition des cendres et qu'il y a lieu de distinguer entre étiolement, jaunissement automnal, chlorose et albinisme.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présenee de cristaux d'oxalate de calcium à la surface de certaines Cariophyllacées.* Note (³) de M. **P.-R. Bohn**, présentée par M. Guignard.

L'oxalate de calcium se rencontre chez les végétaux, soit dans l'intérieur de la cellule, soit plus rarement, dans l'épaisseur de la membrane cellulaire. Il est signalé, également, à la surface du sporange de certains champignons du genre *Mucor*, mais implanté dans ce sporange comme les crins d'une brosse. Jamais encore, à ma connaissance, on n'a signalé de cristaux d'oxalate de calcium, entièrement libres, à la surface des végétaux.

Dans une étude ayant pour but la détermination de la structure histologique comparée de la tige des Caryophyllacées, j'ai constaté, pour quelques espèces, que l'épiderme est saupoudré, à une certaine époque de la végétation, de fins cristaux octaédriques, rappelant la forme dite « en enveloppe de lettre » que revêt fréquemment l'oxalate de calcium. Le nombre et le volume de ces cristaux sont variables suivant le stade de développement de la plante : immédiatement avant la floraison et pendant la floraison, les cristaux sont assez peu nombreux, très petits, et visibles seulement à l'aide d'un grossissement de 1000 diamètres au moins.

Les liquides alcooliques dans lesquels sont conservées les tiges de certaines espèces de Caryophyllacées, récoltées à un stade avancé de la végé-

---

(¹) Church, *J. of the Chem. Soc. of London*, 35, 1879, p. 33.
(²) M. Molliard, *Rev. gén. Bot.*, 25, 1913, p. 239.
(³) Séance du 15 juillet 1925.

tation, laissent, par décantation, un dépôt renfermant de très nombreux cristaux octaédriques, accompagnés de débris de poils tecteurs ou sécréteurs et de quelques poussières minérales. Pour ces échantillons âgés, le volume des cristaux est considérablement accru. Certains d'entre eux peuvent atteindre 4^{mm} dans leur plus grande dimension.

J'ai identifié ces cristaux en les traitant, successivement, par l'acide acétique au quart, où ils sont restés insolubles, et par l'acide chlorhydrique au dixième, où ils se sont dissous instantanément. Il s'agit donc bien ici de cristaux d'oxalate de calcium.

L'oxalate de calcium se trouve réellement *à la surface* du végétal pour les raisons suivantes :

1° En coupe transversale et dans un examen direct de la surface de l'épiderme, on constate, au microscope, l'existence de nombreux cristaux octaédriques à la surface de l'épiderme des tiges (*fig.* 1 et 2).

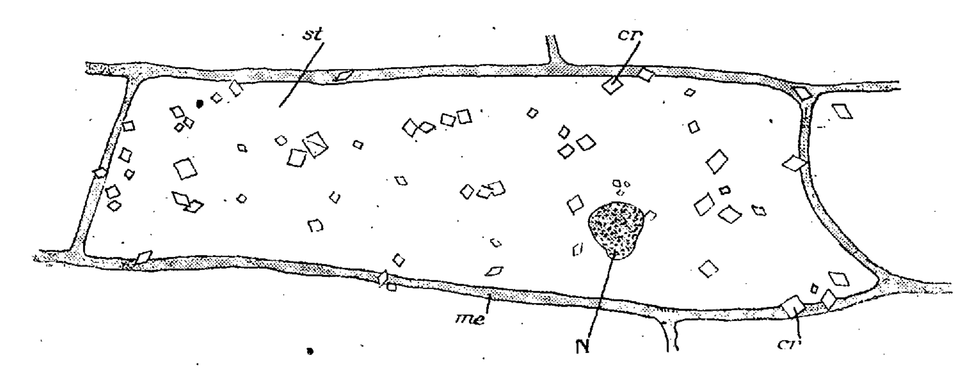


Fig. 1. — *Lychnis dioica* L. Cellule épidermique vue de face.
me, membrane; N, noyau; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium; *st*, stries de la cuticule. Gross. 640.

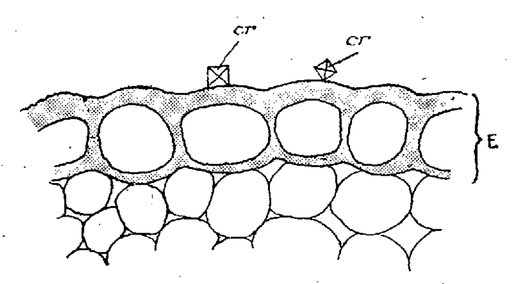


Fig. 2. — *Lychnis Flos-Joris* Lam. Coupe transversale.
E, épiderme; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium. Gross. 720.

2° Par simple immersion les cristaux se détachent facilement.

3° Les poils tecteurs, ou sécréteurs des espèces examinées, ne con-

tiennent pas de cristaux; les cellules épidermiques en sont généralement dépourvues.

4° Le parenchyme cortical et la moelle ne renferment généralement que de grosses macles en oursins.

J'ai rencontré des cristaux octaédriques d'oxalate de calcium, libres à la surface des tiges, chez *Lychnis dioica* L., L. *Coronaria* L., *Flos-Jovis* Lam., *Spergula arvensis* L. Toutes les espèces mentionnées ci-dessus sont couvertes de poils nombreux, sauf *Spergula arvensis*; ces poils s'opposent à l'entraînement des cristaux par l'eau de pluie.

La quantité importante d'oxalate de calcium trouvé à la surface du végétal confirme l'idée, généralement admise aujourd'hui, que ce sel est pour la plante un produit de déchet, et laisse entrevoir pour l'épiderme un rôle important dans son élimination.

MYCOLOGIE. — *Le développement du* Lentinus tigrinus *Bull.* Note (¹) de M. **Kuhner**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Les derniers travaux sur le développement des Agarics ont tendu à généraliser l'origine profonde de l'hyménium dans ce groupe.

Pourtant, chez un bon nombre de ces plantes (surtout des leucosporées), il est exogène comme chez les Chanterelles.

Dès 1874 Hartig (²) trouve que l'hyménium se forme superficiellement dans un sillon circulaire chez *Armillaria mellea*. Pour lui l'anneau n'apparaît qu'ultérieurement et a une double origine. Il est formé d'hyphes qui proviennent : les unes de la marge piléique, les autres de la région péripédiculaire qui, croissant à la rencontre les unes des autres finissent par se rejoindre pour masquer complètement l'hyménium.

En 1914 Atkinson (³), réétudiant l'*Armillaria mellea* avec les méthodes modernes, montre que l'hyménium est endogène, contrairement à l'opinion de Hartig.

J'ai étudié *Lentinus tigrinus* que j'ai pu récolter en abondance, à tous les stades de développement, sur les souches du marais de Sucy-en-Brie.

L'intérêt de cette espèce réside dans le fait qu'elle présente un déve-

(¹) Séance du 15 juillet 1925.

(²) Hartig, *Wichtige Krankheiten der Waldbaüme*, Berlin, 1874, p. 12-42, pl. II.

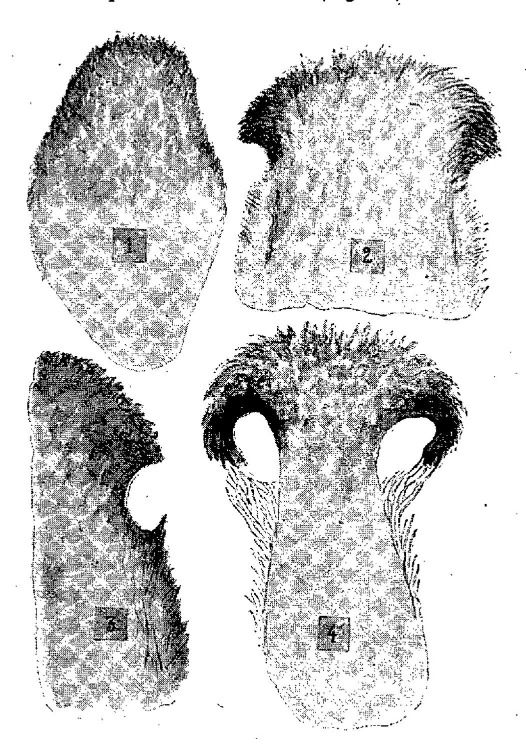
(³) Atkinson, *The development of Armillaria mellea* (*Mycol. Centralblatt*, 4, 1914, p. 112-121).

loppement à peu près semblable à celui qu'avait décrit Hartig pour l'*Armillaria* en se basant sur une observation erronée.

Au début, le jeune *Lentinus* est un tubercule arrondi atteignant jusqu'à 1^{mm}. Au centre il est formé d'un feutrage dense d'hyphes très pauvres en plasma. Vers l'extérieur la chair devient plus lâche, en même temps que ses filaments s'enrichissent en cytoplasme.

La surface est hérissée de poils binucléés, serrés, dont quelques-uns, surtout ceux à la base du champignon, ont une membrane légèrement épaissie et jaunâtre.

Plus tard le tubercule s'allonge et, par un étranglement de plus en plus accentué, le chapeau se sépare nettement (*fig.* 1).



Lentinus tigrinus Bull. — Développement.

Dans un stade de $4\text{-}5^{mm}$ de haut (*fig.* 2) le sillon hyménial s'accentue. Au-dessous on distingue déjà, à l'endroit où se développera plus tard l'anneau, un léger rebord à peine saillant.

Les hyphes piléiques divergent en éventail et celles de la marge s'allongent et s'infléchissent de plus en plus en dessous.

Le stipe est hérissé de poils dont la membrane présente des épaississements d'un jaune brun sous forme de plaques irrégulières. Ces poils, limités à la base par une cloison bouclée, renferment, dans un cytoplasme vacuolaire, deux gros noyaux à nucléoplasme granuleux et petit nucléole. Le rebord annulaire de la partie supérieure du stipe devient de plus en plus saillant, par suite de l'allongement à cet endroit des poils superficiels qui croissent rapidement de bas en haut (*fig.* 3).

Dans le dernier stade étudié (*fig.* 4), la surface inférieure du chapeau montre des rudiments de lamelles.

Elle est fortement colorable et se trouve masquée par suite du développement complet de l'anneau qui a rejoint la marge piléique. Celle-ci s'est fortement incurvée à sa rencontre. L'adulte se présente avec une cortine annuliforme bien formée, comme chez les espèces à hyménium franchement endogène. C'est pourquoi je propose de qualifier ce développement de *pseudo-angiocarpe*.

En résumé, l'anneau n'a pas, chez *Lentinus tigrinus*, la même valeur que chez les espèces dont l'hyménium a une origine interne.

C'est simplement une prolifération de la région périphérique du stipe, une production secondaire, alors que l'anneau des angiocarpes vrais est formé d'emblée.

CHIMIE SUCRIÈRE. — *La méthode de Clerget* (*Coefficients d'inversion*). Note [1] de M. **Émile Saillard**, présentée par M. Lindet.

Les essais que nous avons faits ont montré que la formule de Clerget est exacte quand il s'agit de la solution normale française de saccharose pur, c'est-à-dire de la solution qui donne 21°,66 au polarimètre, soit 100° au saccharimètre, mais qu'elle n'est pas exacte quand il s'agit de solutions de saccharose pur ayant une autre teneur en sucre.

De nombreux travaux ont d'ailleurs établi que le pouvoir rotatoire du sucre inverti diminue avec la teneur en sucre des solutions pures.

Nous avons donc déterminé le coefficient d'inversion, pour des solutions de saccharose pur, contenant, pour 100^{cm^3} métriques : 4^g, 6^g, 8^g, 10^g, 12^g, 14^g, 16^g et le poids normal français.

Le saccharose a été purifié suivant la méthode Payen. La chambre du saccharimètre a été maintenue à 20° ; la contenance des ballons d'essais et

(1) Séance du 15 juillet 1925.

les longueurs des tubes ont été contrôlées. Les essais ont été faits en double, pour chaque concentration, et les lectures, pour chaque essai, ont été faites en triple. On a pris la moyenne des résultats.

L'inversion a été faite, soit à la température ordinaire, soit en chauffant suivant le mode opératoire Clerget.

Inversion à la température ordinaire. — A 100^{cm^3} de chacune des solutions, on a ajouté 10^{cm^3} d'acide chlorhydrique pur à 22° B.

Les deux liquides ayant été mélangés intimement, on a abandonné les ballons à la température ordinaire. L'inversion a été considérée comme terminée quand les lectures à gauche ne subissaient plus de variation, c'est-à-dire au bout de 25 ou 28 heures.

Inversion à chaud. — Les ballons contenant la solution de saccharose à invertir ont été placés dans un bain d'eau.

La source de chaleur a été choisie de telle façon qu'on puisse porter le bain de 20° à 70° en 11 minutes, le chauffage étant régulièrement progressif. Une fois les 11 minutes écoulées, on refroidit les ballons en les plongeant dans un courant d'eau à 20°.

Voici les coefficients obtenus. Ils sont les mêmes avec l'inversion à la température ordinaire qu'avec l'inversion à chaud et ils ont été rapportés à 0°, les lectures étant faites à 20° :

Saccharose pour 100^{cm^3} de solution.	Coefficients d'inversion.
4 pour 100	142,86
6 »	143,04
8 »	143,22
10 »	143,41
12 »	143,60
14 »	143,79
16 »	143,98
Poids normal	144

S'il s'agit d'une mélasse, il faut abandonner les ballons d'inversion au refroidissement spontané à l'air jusqu'à 40°, puis les plonger dans un courant d'eau à 20°, car l'acide chlorhydrique déplace des acides moins fixes qui ont un pouvoir d'inversion plus faible.

Je rappelle que la formule relative au mélange de saccharose et de raffinose est la suivante (1) :

$$S = \frac{C - 0,4844\,A}{0,8556}.$$

Ce travail a été fait avec la collaboration de MM. Wehrung et Ruby.

(1) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 2189.

CHIMIE AGRICOLE. — *Emploi de l'électrode à quinhydrone pour la détermination du* P_H *des sols.* Note [1] de MM. **Ch. Brioux** et **J. Pien**, présentée par M. G. André.

L'électrode à quinhydrone, imaginée en 1920 par Einar Biilmann [2], présente de grands avantages de rapidité et de simplicité par rapport à l'électrode hydrogène.

H.-R. Christensen et S.-T. Jensen [3] l'essayèrent sur un assez grand nombre de sols danois, et arrivent à cette conclusion que l'exactitude obtenue par l'électrode à quinhydrone, pour la détermination électrométrique de la concentration en ions H des suspensions de sols, n'est pas inférieure à celle que l'on obtient à l'aide de l'électrode hydrogène.

Quelques anomalies furent cependant constatées par ces auteurs, pour des *sols à latérite* provenant des régions tropicales; les différences de P_H atteignant alors jusqu'à une unité en plus pour l'électrode à quinhydrone. Ces différences disparaissaient en opérant sur des centrifugats, au lieu d'opérer directement sur les suspensions de sols.

Nous avons de notre côté essayé l'électrode à quinhydrone, comparativement à l'électrode hydrogène, sur des terres d'origine géologique variée, provenant du département de la Seine-Inférieure (n°s 1 à 29) ou de Bretagne (n°s 31 à 37).

Nos résultats sont réunis dans le tableau suivant :

Numéros d'ordre.	Nature géologique des sols et cultures.	Acidité Hutchinson en CaO pour 100.	P_H électrode hydrogène.	P_H par électrode à quinhydrone. Suspension du sol.	Centrifugat.
1.	Portlandien moyen, herbage......	0,95	5,7	5,95	"
2.	» » »	0,42	6,15	6,35	"
3.	» » »	0,73	5,6	6,05	5,85
4.	» » »	1,45	4,9	5,20	5,0
5.	» » »	1,00	5,2	5,35	5,2
6.	» » »	0,33	6,5	6,7	"
7.	Néocomien, herbage.............	0,42	6,3	6,5	"
8.	» »	0,50	5,8	6,1	"

[1] Séance du 6 juillet 1925.

[2] Einar Biilmann, *Journ. of Agric. Sc.*, 14, 1924, p. 232.

[3] H.-R. Christensen et S.-T. Jensen, *Intern. Mitteilungen für Bodenkunde*, 14, 1924, p. 1-26.

Numéros d'ordre.	Nature géologique des sols et cultures.	Acidité Hutchinson en CaO pour 100.	P_H électrode hydrogène.	P_H par électrode à quinhydrone. Suspension du sol.	Centrifugat.
9.	Néocomien, herbage	1,15	4,8	5,2	5,2
10.	» labour	0,59	5,15	5,7	5,15
11.	» ancien défrichement	1,90	4,9	5,4	5,4
12.	» herbage	0,66	5,3	5,55	//
13.	Sables verts, herbage	0,31	5,8	6,2	5,9
14.	» »	0,51	5,9	5,8	//
15.	Terre sablo-argileuse, labour	0,08	6,2	6,5	5,9
16.	Argile du gault, herbage	1,06	5,75	5,6	5,5
17.	Sable tertiaire, défrichement	3,24	3,7	3,85	»
18.	Argile à silex, »	1,90	4,2	4,05	»
19.	» labour	0,57	5,1	6,2	5,2
20.	Limon des plateaux, labour	0,17	6,35	7,05	6,55
21.	» »	0,11	6,7	7,05	6,5
22.	» »	0,39	5,7	6,7	5,9
23.	» »	0,06	6,8	7,4	6,6
24.	» »	//	7,2	7,9	7,25
25.	» herbage	0,47	5,5	5,9	5,6
26.	» labour	0,36	5,9	6,65	6,1
27.	» »	//	7,2	7,8	7,2
28.	» »	0,12	6,5	7,4	6,3
29.	Alluvions de la Seine, jardin	//	7,25	7,3	//
30.	Alluvions de la Saône, verger	//	7,8	7,9	//
31.	Terrain granitique (Bretagne)	//	7,4	7,6	//
32.	» »	//	7,1	7,05	//
33.	» »	0,64	5,65	5,85	//
34.	» »	//	7,6	7,65	//
35.	» »	//	7,1	7,35	//
36.	» »	0,67	5,2	5,75	6,7
37.	» »	1,54	4,8	5,2	4,9

La concordance obtenue en opérant directement sur les suspensions de sols est loin d'être aussi bonne, dans l'ensemble, que celle observée par Christensen et Jensen pour les sols danois. On remarquera que les écarts de P_H les plus élevés, qui vont de 0,55 à 1,1, se rapportent tous *aux terres de limon des plateaux* et à une terre d'argile à silex; il semble que ces sols renferment des composés solides réagissant sur la quinhydrone.

Par contre, pour ces mêmes terres, la concordance des P_H devient bonne (comme pour les terres à latérite) si l'on opère sur les centrifugats, au lieu d'opérer directement sur les suspensions.

Toutefois, même en usant de la centrifugation, nous notons encore quelques écarts inexplicables pour les terres nos 9, 11 et 36. Ajoutons que les P_H obtenus par l'électrode à quinhydrone sont, en règle générale, un peu plus élevés numériquement que ceux déterminés à l'aide de l'électrode hydrogène, ce qui tient à ce que l'emploi, pour la liaison, d'un siphon contenant une solution de chlorure de potassium gélosée, ainsi que la rapidité des mesures, diminuent notablement la diffusion du KCl dans la suspension de sol, et par suite son action sur l'acidité.

En raison des très réels avantages que présenterait l'adoption de l'électrode à quinhydrone pour la détermination du P_H des sols, en tant que rapidité et simplicité, il y aurait grand intérêt à ce que des essais fussent entrepris par divers laboratoires pour établir la cause des anomalies constatées.

PHYSIOLOGIE. — *Lois d'excitabilité de l'appareil électrique de la Torpille.* Note [1] de M. et Mme A. **Chauchard**, présentée par M. Henneguy.

Les recherches de Marey, Jolyet, Gotch, d'Arsonval ont renseigné sur la durée de la décharge de la Torpille, sa force électromotrice, son temps de latence, la vitesse de l'influx dans le nerf. Ces données, très importantes, ne suffisent pas à caractériser l'excitabilité. De celle-ci la mesure exacte est donnée par la chronaxie, qui permet de comparer les divers éléments entre eux, d'en établir la classification physiologique, d'analyser le mécanisme de leur fonctionnement. Nous avons pensé qu'il était utile d'étendre cette notion à l'appareil électrique de la Torpille par l'application des méthodes de Lapicque qui conduisent à la connaissance précise des lois de l'excitabilité.

Nos expériences ont porté sur *Torpedo marmorata*, espèce répandue dans le Bassin d'Arcachon, pendant la belle saison. Nous avons choisi des animaux de forte taille, vigoureux, ayant séjourné quelques jours dans les viviers, suivant le conseil de Marey, qui a montré que ces poissons, pris aussitôt après la pêche, présentent un épuisement des organes électriques dû à la lutte soutenue pendant leur capture, au cours de laquelle ils n'ont cessé de réagir par des décharges. Pour la même raison, les opérations préliminaires sont menées avec rapidité. La Torpille clouée sur un plateau

(1) Séance du 6 juillet 1925.

de bois de forme appropriée, on sectionne vivement tous les nerfs électriques entre leur émergence du crâne et leur pénétration dans la cage branchiale; un des troncs nerveux est dégagé et chargé sur deux électrodes impolarisables soigneusement isolées. On referme les plaies opératoires et l'animal sur son plateau est disposé en plan incliné dans un bac contenant une certaine quantité d'eau de mer, de telle sorte que sa respiration normale soit possible sans qu'il y ait pénétration d'eau dans l'excitateur. De même, les épanchements de sang seront évités, afin d'empêcher la diffusion du courant. Les deux électrodes sont reliées à un circuit qui comprend comme appareil de mesure, soit un chronaximètre, soit une batterie de condensateurs, le voltage étant réglé par un réducteur de potentiel. La décharge de l'organe électrique est reçue par une queue de Crevette avec laquelle il est mis en circuit. Nous nous plaçons toujours au seuil de l'excitation qui nous est indiqué par la plus petite contraction perceptible de la queue de Crevette. Entre chaque excitation, l'organe est laissé au repos pendant une dizaine de minutes.

Voici, à titre d'exemple, les résultats de deux de nos expériences, l'une avec le chronaximètre, l'autre avec les condensateurs.

1° CHRONAXIMÈTRE. — *Torpedo marmorata* de $56^{cm}/34^{cm}$. Température 19°.

Rhéobase = 5 volts, Chronaxie = $0^{\sigma},5$, Rhéobase = 5 volts.

Loi de temps.

Durées en σ	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	5	10
Voltages	16	13,5	10	7	6	5	5

Le chronaximètre est gradué en millièmes de seconde. Quand on veut l'utiliser pour des durées inférieures, il faut, ainsi que nous l'avons fait, étalonner avec un galvanomètre sensible la division qui correspond au premier millième.

2° CONDENSATEURS. — *Torpedo marmorata* de $52^{cm}/32^{cm}$. Température 18°. Le nerf est shunté par une résistance de 4000 ohms.

Loi de temps.

Rhéobase = 4 volts, $C_w = 0,32 . 10^{-6}$ farad, Rhéobase = 4 volts.

Capacité en 10^{-6} farad	0,05	0,075	0,1	0,2	0,5	1	1	5
Voltages en volts	>16	15,2	12	10,4	7,2	5,6	4,8	4
Quantité en 10^{-6} coulomb	»	1,14	1,2	2,08	3,6	5,6	14,4	20
Énergie en 10^{-6} joule	»	8,6	7,2	10,8	12,9	15,7	34,5	40

Mesurée par l'une et l'autre méthode, la chronaxie a une valeur de 0,5 σ.

Dans les deux cas, la loi de variations du voltage en fonction du temps est identique : à mesure que l'on augmente la durée de passage du courant dans le nerf, le voltage décroît jusqu'au « temps utile » à partir duquel il se maintient à son minimum quelle que soit la prolongation de la durée. La quantité d'électricité nécessaire pour obtenir le seuil croît avec le temps de passage. L'énergie passe par un minimum. Au cours de nos expériences nous avons pu constater que les modifications de température agissent sur la chronaxie du nerf électrique. La constante chronologique diminue quand la température s'élève, augmente lorsque la température s'abaisse.

La mesure directe de la chronaxie de l'organe électrique donne $0,5\,\sigma$ comme dans l'excitation par le nerf. Il y a donc isochronisme entre l'organe et son nerf. Des expériences de curarisation que nous publierons ultérieurement prouvent que l'organe électrique a son excitabilité propre; par conséquent il est légitime d'admettre que c'est bien cette propriété qui entre en jeu dans nos excitations directes.

L'ensemble de ces résultats indique que l'appareil électrique de la Torpille répond aux lois générales de l'excitabilité. Dans quelques cas, nous avons remplacé le réactif rapide que constitue la queue de Crevette par un muscle lent, l'épipodium d'Aplysie. Des durées de passage qui, pour un voltage déterminé, nous donnaient des seuils très nets avec la première préparation, sont restées sans action sur la seconde. Il en a été ainsi même avec nos intensités plus fortes. Voici comment nous interprétons ce fait : l'onde émise par la décharge de la Torpille est brève, et, par suite, adéquate à l'excitabilité de la queue de la Crevette dont la chronaxie est de l'ordre du dix-millième de seconde. Sa brièveté la rend au contraire inefficace sur le muscle très lent de l'Aplysie.

PHYSIOLOGIE. — *Essai de détermination du champ visuel anatomique binoculaire du cheval.* Note (¹) de MM. **A. Rochon-Duvigneaud**, **E. Bourdelle** et **J. Dubar**, présentée par M. E. Leclainche.

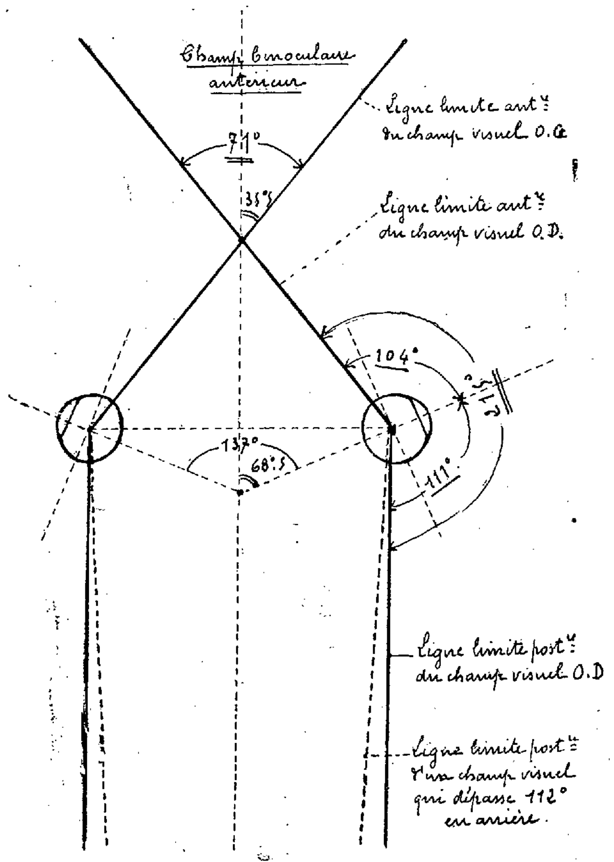
Dans une Note antérieure (²) nous avons établi la valeur moyenne du champ visuel anatomique monoculaire du cheval déterminé par la méthode

(¹) Séance du 15 juillet 1925.

(²) A. Rochon-Duvigneaud, E. Bourdelle et J. Dubar, *Déterminatien du champ visuel anatomique du cheval par la méthode de l'image transsclérale* (*Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 765).

de l'image transsclérale, telle que nous l'avons décrite et mise en œuvre [1].

Nous avons montré que ce champ s'étend, suivant le méridien horizontal, avec une valeur moyenne de 215°, dont 104° en avant et en dedans du côté médial de la tête, 111° en dehors et en arrière vers le côté latéral du corps.



Construction géométrique du champ visuel monoculaire et binoculaire du cheval.

Si l'on tient compte que les axes oculaires forment, avec le plan médian du corps, chez le cheval, un angle de 68°, 5, d'après Koschel [2], on peut se

---

[1] A. Rochon-Duvigneaud, E. Bourdelle et J. Dubar, *Appareils pour la détermination du champ visuel anatomique par la méthode de l'image transsclérale* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 542).

[2] Otto Koschel, *Ueber Form, Lage und grossen Verhältnisse der Orbita des Bulbus und des Cristallinse unserer Hausthiere* (*Zeitschrift für vergleichende Augenheilkunde*, 16, 1883, p. 53 à 79).

rendre compte, ainsi que l'indique le schéma ci-contre, que la ligne limite antérieure du champ visuel s'incline en avant sur le plan médian et déborde ce plan du côté opposé, d'un angle de 35°,5. Une telle disposition a pour conséquence d'assurer, avec l'œil du côté opposé et sans mouvement de convergence des yeux, la formation d'un champ *visuel binoculaire antérieur* de 71°, soit 70° en moyenne.

Chez le cheval dont la tête est portée en direction normale à 45°, ce champ de vision binoculaire antérieur s'établit, suivant le plan horizontal, presque immédiatement en avant du chanfrein, au-dessus du bout du nez. Il permet à l'animal de voir avec les deux yeux, sans être gêné par l'extrémité inférieure de la tête, dans un angle qui suffit à ses actions locomotrices. L'inclinaison de la tête à 90° ou même en arrière de la verticale (tête encapuchonnée) permet à l'animal de voir en vision binoculaire plus immédiatement en avant de ses membres antérieurs sans que cette vision puisse arriver toutefois jusqu'à la limite de ces membres.

Pour la même direction des axes oculaires, le schéma ci-contre montre que la ligne limite postérieure du champ visuel se place à peu près parallèlement au plan médian du corps chez le cheval. Théoriquement, dans le cas très fréquent, sinon ordinaire, où le champ visuel dépasse 111°,5 en dehors et en arrière, la ligne limite postérieure du champ visuel devrait converger très loin en arrière, vers le plan médian. Les dispositions ostéologiques de la tête et du globe oculaire empêchent cependant la formation réelle d'un champ visuel binoculaire postérieur, peu étendu, même très éloigné, dont on ne peut ainsi accepter l'existence chez le cheval.

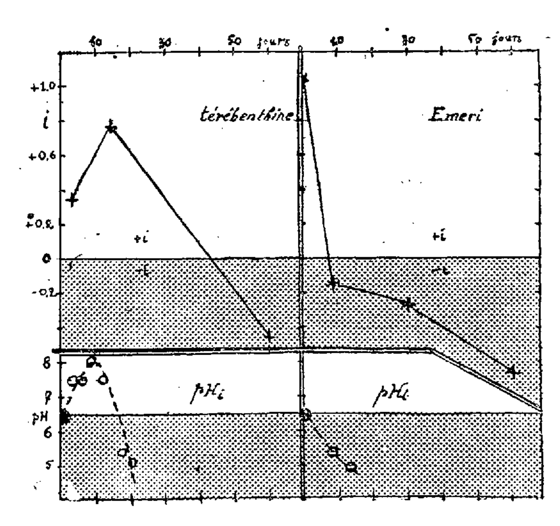
PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Relations entre le déplacement expérimental des points isoélectriques musculaires et l'évolution des tumeurs greffées.* Note (¹) de MM. **F. Vlès** et **A. de Coulon**, présentée par M. Henneguy.

Dans des recherches antérieures (²) nous avions montré que des points isoélectriques des substances musculaires sont susceptibles de présenter des variations sous la répercussion des modifications physiologiques ou pathologiques que l'on impose à l'organisme. L'évolution de tumeurs

(¹) Séance du 29 juin 1925.

(²) Vlès et de Coulon, *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 182; *Arch. Phys. biol.*, **4**, n° **1**, 1924, p. 43-85.

(sarcomes greffés, tumeurs épithéliales greffées, tumeurs de goudron) s'accompagne d'une élévation d'un point isoélectrique, tandis que leur régression éventuelle (tumeurs greffées) est marquée par un abaissement de ce point. Nous avions trouvé d'autre part des moyens expérimentaux aseptiques pour faire varier à volonté le point isoélectrique intéressant vers les fortes ou les faibles valeurs de P_H (abcès aseptique à la térébenthine, qui débute par une ascension temporaire du point isoélectrique, suivie d'une chute tardive; injection de poudre d'émeri, qui produit d'emblée la chute). Il était logique de se demander si l'on ne pouvait pas relier ces diverses notions, et si les modifications expérimentales des points isoélectriques ne pouvaient pas retenir par inhibition ou accélération, suivant leur sens, sur la prise et l'évolution des tumeurs greffées.



En haut : indice de réceptivité relative pour les greffes de tumeurs épithéliales, après injection de térébenthine, ou d'émeri.
En bas : évolution du point isoélectrique A dans les expériences antérieures.

Environ 170 souris mâles adultes groupées en 12 lots ont été mises en expérience. Les animaux ont été préparés par une injection préalable au pli de l'aine, en une ou deux fois, des substances ayant un effet élévateur initial (térébenthine) ou un effet dépresseur initial (émeri) sur le point isoélectrique; puis après un nombre de jours variable suivant le lot d'animaux, on a greffé une tumeur épithéliale, soit du même côté, soit du côté opposé à l'injection précédente. Sur chaque lot de souris ont été réservés un certain nombre de témoins, recevant seulement la greffe sans injection préalable. On a exprimé pour chaque lot en expérience un *indice de réceptivité relative*

de la greffe $i = \frac{S - T}{S}$, S étant le pourcentage de greffes ayant pris sur les animaux en expérience, et T le pourcentage de greffes ayant pris sur les témoins du même lot [1].

Résultats. — 1° *Térébenthine.* — L'indice de réceptivité relative est d'abord positif et croît pendant une quinzaine de jours; puis il décroît, et est devenu fortement négatif (moins de greffes prises relativement sur les animaux injectés que sur les témoins) vers le soixantième jour. Il y aurait donc une action favorisante au début, inhibante tardive.

2° *Poudre d'émeri.* — L'indice de réceptivité, d'abord fort au temps O (greffe simultanée avec l'injection), devient rapidement négatif: ily aurait donc presque dès le début une action inhibante sur la greffe.

Si nous rapprochons de ces résultats les notions antérieurement acquises sur les points isoélectriques dans les deux cas, nous voyons que dans le premier le point isoélectrique A s'était élevé pendant une dizaine de jours, et s'était abaissé par la suite; dans le second cas au contraire il s'était abaissé d'emblée. L'évolution du point isoélectrique aurait donc été grossièrement parallèle à celle de l'indice de réceptivité pour la greffe.

A l'ascension du point isoélectrique, semblent donc ici liées les possibilités d'invasion de l'organisme et l'ensemble des réactions mises en jeu tant qu'un mécanisme d'inhibition n'est pas apparu; à la chute du point isoélectrique paraît au contraire avoir été jointe une faculté d'inhibition, l'apparition d'un état réfractaire. Dans le cas particulier des tumeurs greffées, ces notions complètent par réciprocité celles que nous avions précédemment apportées dans d'autres cas.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la superposition des phénomènes de dissociation et d'adsorption élective dans les diastases protéolytiques.* Note [2] de MM. **L. Hugounenq** et **J. Loiseleur**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'hydrolyse digestive des albumines, soit par la pepsine, soit par la trypsine pancréatique, nécessite l'intervention d'un élément minéral, l'acide

(1) L'indice est nul quand les animaux en expérience ne se différencient pas des témoins; positif, quand les premiers ont des greffes favorisées; négatifs quand les greffes sont inhibées, par rapport aux témoins. En changeant de signe on exprimerait un *indice de l'état réfractaire*.

(2) Séance du 15 juillet 1925.

chlorhydrique dans un cas, un alcali dans l'autre. Nous avons été conduits à étudier l'évolution du travail digestif en bloquant divers groupements moléculaires soit dans la diastase, soit dans la protéine à digérer.

I. Quand on soumet la pepsine extractive à des traitements chimiques intéressant la fonction amine (diazotation, méthylénisation), l'activité de la diastase n'est pas diminuée. Au contraire, si l'on soumet aux mêmes traitements (diazotation, acétylation, méthylénisation) l'albumine à digérer (blanc d'œuf, caséine, fibrine), la vitesse de la digestion se ralentit à tel point qu'après 30 heures, la méthode de Sörensen permet de constater un arrêt parfois complet de la digestion.

La pepsine se comporte donc comme un complexe protéique dont les groupements $-NH^2$ n'interviendraient pas dans le procès digestif.

II. La trypsine, soumise à l'action des réactifs susceptibles d'attaquer ce même groupe $-NH^2$, se montre dépourvue de toute action digestive : c'est ce qu'on observe avec l'acide nitreux, le formol, l'acide picrolonique.

Inversement, les matières albuminoïdes ne cessent pas d'être attaquées par la trypsine, bien que leur groupement amidogène ait subi les modifications consécutives à la méthylénisation par l'aldéhyde formique, l'acétylation et la diazotation.

Nous avons complété ces expériences en soumettant à l'action des deux diastases des peptides de synthèse modifiés par certains réactifs.

Nous avons constaté que la benzoylglycylglycine

$$C^6H^5.CO-NH-CH^2-CO-NH-CH^2-CO^2H$$

n'est pas attaquée par la pepsine, alors que l'extrait pancréatique total est actif sur ce composé.

Au contraire, l'éther éthylique de la glycylglycine

$$NH^2-CH^2-CO-NH-CH^2-CO^2-C^2H^5$$

est attaqué par la pepsine, le groupement $-NH^2$ étant libre.

Mais, en milieu alcalin, par suite de la saponification de l'éther, l'expérience avec le suc pancréatique ne peut être concluante : il en est de même pour la diacipipérazine,

$$\begin{array}{l} NH-CH^2-CO \\ | \qquad\qquad\quad | \\ CO-CH^2-NH. \end{array}$$

Les choses se passent donc comme si, sur le support protéique de la pepsine, les groupes $-NH^2$ n'intervenaient pas, ce qui permet de représenter

la pepsine par le schéma

$$P - CO^2H.$$

La micelle ionique négative adsorbe électivement l'ion ($\overset{+}{Na}$) dissocié de NaCl, ce qui permet à l'ion ($\overset{-}{Cl}$) d'exercer son action sur le groupement $- NH^2$ des protides.

Un phénomène similaire, mais d'ordre inverse, permet de représenter la trypsine par le schéma

$$T - NH^2.$$

La micelle positive de la diastase, absorbant l'anion de CO^3Na^2, libère le cation ($\overset{++}{Na^2}$) actif sur les groupes $- CO^2H$ des peptides en voie de digestion.

Il ne s'agit pas ici d'une réaction de double décomposition, mais d'une fixation élective par la micelle adsorbante, d'un des ions, tandis que l'ion complémentaire, devenu libre, prédomine dans le liquide intermicellaire du dispersoïde, de sorte que la digestion des matières protéiques comporte l'attaque successive de leur molécule par deux ions de signe opposé.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Radioactivité, fixateurs d'azote et levures alcooliques.* Note (¹) de MM. **E. Kayser** et **H. Delaval**, présentée par M. Lindet.

Dans une Note précédente (²) nous avons montré que l'addition d'un minerai radioactif du Congo belge au milieu nutritif habituel, stimulait l'action des *Azotobacter* dans des proportions variables avec l'espèce microbienne.

Nous avons cherché à compléter ces résultats, à déterminer la dose optima du minerai, l'influence de l'accoutumance, les rapports entre le sucre et l'azote.

Première expérience : A (matras témoin) B, additionné de 3^{mg} de minerai pour 100; C, additionné de 4^{mg} pour 100, analysés après huit mois :

	Azotobacter agile.		*Azotobacter de la Comore.*	
	Azote fixé par litre.	Augmentation centésimale.	Azote fixé par litre.	Augmentation centésimale.
A............	39 mg	//	88 mg	//
B............	91	133	159	80,6
C............	123	215	120	36,3

(¹) Séance du 15 juillet 1925.

(²) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 110.

L'*Azotobacter* de la Gomore est déjà sensible à la dose de 4^{mg} de minerai; l'agile à la dose de $4^{mg},5$.

Deuxième expérience : A, témoin; B, addition de 2^{mg} pour 100 de minerai; C, 3^{mg} pour 100; D, $4^{mg},5$ pour 100, analysés après 45 jours et rapportés aux 200^{cm^3} du liquide employé :

	Sucre disparu.	Chaux solubilisée pour 100 du sucre utilisé.	Azote soluble.	Azote total.	Rapport $\frac{\text{Az total}}{\text{Az soluble}}$.	Azote fixé pour 1^g de sucre utilisé.	Poids microbien.	Pouvoir ferment.
	g		mg	mg		mg	mg	
A....	3,26	1,28	1,8	10,3	5,5	3,13	168	19,4
B....	4,62	1,42	2,7	14,8	5,4	3,19	180	25,6
C....	4,27	1,12	3,7	15,2	4,1	3,55	147	29,0
D....	4,62	1,03	5,1	22,7	4,4	4,89	180	25,6

L'azote soluble et total ont augmenté avec la dose de minerai, le pouvoir ferment est le plus élevé avec la dose de 3^{mg}; mais c'est avec la dose de $4^{mg},5$ que l'azote fixé par gramme de sucre est le plus élevé.

Lorsqu'on ensemence comparativement dans un milieu nutritif sans minerai une semence accoutumée au minerai et une autre non accoutumée, on trouve des augmentations de 85 à 90 pour 100 d'azote fixé en faveur de la semence accoutumée; lorsque l'on compare ces deux semences dans le milieu additionné de minerai, on trouve qu'après un certain nombre de générations, le pouvoir fixateur d'azote de la semence accoutumée diminue, l'alternance en milieu additionné ou non de minerai permet d'y remédier.

La fixation d'azote est plus élevée si l'on ensemence l'*Azotobacter* dans un milieu additionné de minerai, que si l'on verse le microbe préalablement multiplié, en l'absence de minerai, sur ce dernier stérilisé à part.

Des cultures d'azotobacter agile faites en conserves de diverses couleurs montrent que la fixation d'azote est toujours plus élevée en présence de minerai; le maximum est obtenu avec la lumière blanche, le minimum dans l'obscurité, les résultats des conserves jaune, verte et bleue sont intermédiaires.

Des levures ensemencées en milieux sucrés additionnés de minerai à la dose de 2^{mg} pour 100 ont donné lieu à une augmentation de sucre disparu, d'alcool, du pouvoir ferment, variable avec la race de levure.

De même dans la transformation du lactate de chaux en acide pyruvique, la dose obtenue était supérieure en présence du minerai; ainsi pour une levure de vin, le témoin a fourni $0^g,91$ pour 1000 d'acide pyruvique, le ballon additionné de minerai $1^g,862$.

L'influence stimulante du minerai radioactif se manifeste ainsi chez les différents microorganismes d'une façon très nette et il est permis d'espérer qu'on pourrait en tirer profit dans l'industrie et l'agriculture.

BIOLOGIE. — *Sur l'époque de la détermination des castes chez* Eutermes Matangensis (*Haviland*). Note (¹) de M. **Jean Bathellier**, présentée par M. Bouvier.

Le développement d'*Eutermes Matangensis* (Haviland) peut se représenter de la façon suivante :

Jeune au premier stade.	Petite larve à 13 articles antennaires.	Très petit ouvrier chitinisé.	Soldat nasutus.
	Grande larve à 13 articles antennaires.	Petit ouvrier chitinisé.	Ouvrier adulte.
	Petite larve ayant des rudiments d'ailes.	Série des mues et des stades sexués →	

J'ai étudié tous les stades non chitinisés. L'étude a porté sur plus de 200 insectes au premier stade. Voici les résultats obtenus :

Les jeunes sexués, dès qu'ils sont reconnaissables extérieurement (deuxième stade), montrent des glandes génitales larges, en forme de cordon cylindrique régulier s'étendant du troisième au septième segment abdominal sur une longueur d'environ $0^{mm},7$. La largeur de la glande est à peu près $0^{mm},065$. Elle est formée de cellules granuleuses très colorables.

Les grandes larves neutres (destinées à donner des ouvriers) ont au même stade des gonades semblables (cordons cylindriques), mais plus courtes et plus étroites. Elles s'étendent dans les cinquième, sixième et septième segments abdominaux sur une longueur de $0^{mm},35$ et avec un diamètre de $0^{m},025$ à $0^{mm},03$.

Les petites larves neutres, qui donneront des nasuti, ont, au deuxième stade, des glandes représentées, de chaque côté, par une série de nodules granuleux disposés dans le septième segment abdominal sur une longueur de $0^{mm},015$. Ils sont au nombre de 4 à 6. Le contour qu'ils forment est nettement moniliforme et n'a plus rien de cylindrique. La largeur maxima d'un de ces granules atteint à peine le diamètre du cylindre génital de la catégorie précédente.

(¹) Séance du 15 juillet 1925.

Si nous étudions par les mêmes méthodes la population des larves d'*Eutermes Matangensis*, au cours du premier stade, nous y rencontrons trois catégories correspondant exactement aux précédentes.

Certains insectes présentent des glandes génitales bien développées, cylindriques, formées de cellules granuleuses. Elles vont du deuxième au septième segment abdominal sur une longueur d'environ $0^{mm},45$ avec une largeur de $0^{mm},04$. Chez d'autres larves les gonades affectent la forme de cordons cylindriques bien plus étroits ($0^{mm},02$) s'étendant dans les mêmes segments et sur une longueur un peu moindre. D'autres, enfin, montrent des rudiments restreints aux sixième et septième segments sur une longueur de $0^{mm},1$. Ils sont constitués chacun par un chapelet de 6 à 7 granules de $0^{mm},01$ de diamètre maxima.

De plus, la proportion de chacune des sortes rencontrées dans le total des larves au premier stade, indistinguables extérieurement, s'est toujours trouvée correspondre à la proportion des sortes à glandes génitales respectivement semblables que l'on peut trier dans le deuxième stade.

Les différences qu'on vient de signaler sont extrêmement nettes sur des insectes arrivés, dans le premier stade, à un âge que j'estime être la moitié de la durée de celui-ci. Si l'on s'adresse à des Isoptères plus jeunes, la différence de longueur du cordon génital entre les deux premières catégories diminue tout en restant bien visible. Les insectes à glandes réduites et moniliformes sont toujours extrêmement distincts : ils ne subissent pas d'évolution, à cet égard, dans toute la durée du stade.

Les trois catégories distinguées peuvent encore se reconnaître parmi des animaux en train d'éclore, sortis de la coquille de l'œuf au moyen d'aiguilles.

La conclusion de ces diverses observations me paraît devoir être la suivante : chez *Eutermes Matangensis*, la caste est déterminée dans l'œuf, avant l'éclosion. Reconnaissable par les procédés de l'histologie à la naissance du jeune, elle devient apparente extérieurement après la première mue.

Rappelons que ce qui a été remarqué chez les neutres de *Macrotermes gilvus* (Hagen) vient à l'appui de cette manière de voir.

BIOLOGIE. — *La dysharmonie des caractères sexuels secondaires et la proportionnalité des glandes sexuelles chez les Insectes.* Note [1] de M. **Ch. Champy**, présentée par M. Bouvier.

J'ai appelé dysharmonie le phénomène par lequel un grand nombre d'appendices, variant de l'un à l'autre sexe, croissent plus vite que proportionnellement à la taille générale [2]. J'ai montré qu'il semblait dû à l'intervention d'un facteur accélérateur constant : l'hormone sexuelle.

Si j'avais chez les Vertébrés de nombreux faits expérimentaux en faveur de cette idée, je n'avais, chez les Artropodes que des faits morphologiques et les conclusions de mensurations précises.

J'ai eu, cet été, l'occasion de me procurer des lots importants de *Cerambyx cerdo* (Lin.) et de *Lucanus cervus* (Lin.) vivants et fraîchement capturés. Ces deux espèces montrent parfaitement la dysharmonie accentuée des mandibules chez les Lucanes, des derniers articles des antennes chez les Capricornes.

Les glandes génitales des Lucanes sont constituées de tubes pelotonnés de façon assez lâche, par conséquent assez difficiles à isoler par dissection; elles ne se prêtent pas à des mesures précises. Cependant, sur des coupes sériées de la masse viscérale, on se rend parfaitement compte qu'elles sont sensiblement proportionnelles à la taille de l'animal, et non à la longueur des mandibules. (J'ai eu des Lucanes dont la longueur d'élytres variait de 20 à 26^{mm} et dont les mandibules variaient de 10 à 25^{mm}, ce qui est très suffisant pour une appréciation.)

Les Capricornes sont plus favorables. Les variations de taille sont importantes comme chez tous les Xylophages et le testicule s'isole bien par dissection.

Comparant la longueur des élytres (mesure de la taille somatique) à la longueur des six derniers articles des antennes (variant sexuel principal) et au diamètre des testicules, j'ai obtenu les moyennes suivantes [3] :

---

(1) Séance du 6 juillet 1925.

(2) Voir *Sexualités et Hormone*. Paris, Douin, 1924.

(3) J'ai pris des moyennes pour les 4 tailles caractéristiques (8 animaux de chaque sorte) parce qu'il y a quelque variation du volume du testicule pour une même taille. C'est d'ailleurs une notion qui confirme la non-proportion entre le testicule et le variant sexuel : la grandeur de celui-ci en fonction de la taille étant rigoureusement fixe.

Longueur d'élytres.	Diamètre des testicules.	Rapport élytres/testicules.	Chiffre calculé avec le rapport 0,14 ([1]).	Longueur des 6 derniers articles antennaires.	Rapport antenne/élytre ([2]).
25 mm	3,5 mm	chiffre	3,5	35 mm	1,48
28..........	4	très voisin	3,92	45	1,60
31..........	4,3	de	4,34	60	1,93
34..........	4,7	0,14	4,76	67	2

Il en ressort que le testicule reste sensiblement proportionnel au corps, par conséquent la dysharmonie des variants sexuels ne peut être expliquée par une relation avec le volume du testicule. C'est bien ce qu'on observe chez les Vertébrés.

Il n'y a d'ailleurs aucun tissu qui, dans les glandes génitales, varie dysharmoniquement. Chez les Lucanes, j'ai trouvé des tubes testiculaires remplis de spermatozoïdes, avec un tissu interstitiel lâche et infinitésimal. Chez les Cerambyx, il y a de véritables cellules interstitielles entre les tubes séminifères à disposition radiée. Une spermatogénèse assez active persiste chez l'imago. Mais les divers composants du testicule restent proportionnels, quelle que soit la taille.

Tous ces faits sont conformes à l'idée que *l'action sexuelle agit comme un facteur constant*, et que la dysharmonie des variants sexuels est due seulement à la variation de quantité des matériaux mis en œuvre.

Dysharmonie d'organes propres à la femelle. — J'ai montré, dans un travail précédent, qu'un organe propre à la femelle devait être dysharmonique s'il était déterminé par une excitation de l'hormone femelle.

La dysharmonie est nette dans les élytres des *Lycus* (*Lycus ampliatus*, et autres, *Chalcas huméralis*, etc.). Les femelles de ces espèces ont des élytres élargies, alors que les mâles les ont normales: Sur les séries de femelles de taille diverse, on se rend compte que l'élargissement des élytres croît avec la taille somatique, mais bien plus vite qu'elle, tout comme pour les cornes des Dynastides ou les mandibules des Lucanides.

Le même phénomène s'observe, à un moindre degré, chez les Leptura : l'élargissement porte sur l'extrémité des élytres des femelles, extrémité rétrécie chez les mâles. Cet élargissement croît avec la taille, mais plus

([1]) Le rapport étant supposé fixe, ces chiffres sont les chiffres calculés avec exactement 0,14, on voit qu'ils sont très proches des chiffres réels.

([2]) Comme je l'ai montré antérieurement, ces rapports croissent régulièrement avec la taille, ce qui contraste avec la fixité du rapport des testicules à cette même taille.

vite qu'elle. Enfin, les cornes du chaperon d'*Osmia cornuta* présentent le même phénomène.

Les organes non adaptés, propres à la femelle, sont donc dysharmoniques alors que les organes adaptés : oviscaptes, ovipositeurs, etc., ne le sont pas; de même que chez les mâles les cornes, appendices céphaliques divers le sont aussi, et que les organes copulateurs également adaptatifs ne le sont pas.

L'idée d'un supplément d'activité formatrice chez les mâles seuls est contredite par l'existence d'organes femelles dysharmoniques, qui est, au contraire, conforme à l'idée d'une action catalytique accélératrice qui peut se trouver avec l'hormone de l'un ou de l'autre sexe.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la production des antitoxines.* Note (1) de M. G. **Ramon**, présentée par M. Roux.

Nous avons montré qu'en injectant aux animaux les antigènes toxiques transformés en anatoxines, on pouvait obtenir une amélioration très sensible de la production des antitoxines (2). Nous nous sommes proposé de rechercher maintenant si, en agissant directement sur l'organisme lui-même, il n'était pas possible de l'amener à une production meilleure encore.

Dans ce but nous avons songé à tirer parti d'une observation maintes fois répétée au cours de nos très nombreuses immunisations à savoir : l'augmentation parfois considérable de la teneur en antitoxine dans le sérum de chevaux présentant accidentellement un abcès au point d'injection d'une dose d'antigène (toxine ou anatoxine) (3).

Nous avons bientôt reconnu qu'il était inutile de provoquer la formation d'abcès, de même qu'une réaction générale trop vive. Les conditions les plus favorables à l'augmentation de l'antitoxine consistent dans la production, à l'endroit de l'injection, d'un œdème avec afflux leucocytaire abondant et résorption lente de l'antigène.

C'est ainsi qu'après de multiples essais, nous avons été conduit à injecter au cheval l'antigène (ici l'anatoxine diphtérique) mélangé à du tapioca finement pulvérisé et stérilisé.

Ce mélange introduit sous la peau de l'animal y provoque l'effet cherché,

(1) Séance du 15 juillet 1925.

(2) Voir, en particulier, *Annales Institut Pasteur*, 39, 1925, p. 1.

(3) *Bull. Soc. Cent. Méd. vét.*, 150, n° 10, 1925, p. 227.

c'est-à-dire un œdème plus ou moins marqué avec présence de nombreux leucocytes et autres éléments cellulaires que multiplie l'inflammation légère déterminée par les grains de tapioca. Grâce à cette réaction locale plus ou moins intense, grâce aussi au fait que le tapioca ne cède que graduellement la portion d'anatoxine qu'il a absorbée en se gonflant, l'organisme peut utiliser au mieux l'antigène qui lui est offert : il en résulte une production plus abondante de l'antitoxine diphtérique.

A l'heure actuelle nous avons hyperimmunisé une quarantaine de chevaux par les mélanges d'anatoxine diphtérique et de tapioca, en suivant un protocole semblable à celui que nous employons lorsque nous utilisons l'anatoxine seule : injections de doses croissantes, 10, 20, 35, 50, 75, 100, 150 et 200$^{cm^3}$ à 4 ou 5 jours d'intervalle, soit au total 640$^{cm^3}$ du mélange. La teneur moyenne des sérums en antitoxine à la fin de l'hyperimmunisation a été de 700 unités au centimètre cube, alors que chez les chevaux ayant reçu les mêmes doses d'anatoxine sans tapioca la moyenne était au même moment de 375 unités.

On peut d'ailleurs commencer l'immunisation par l'anatoxine seule et n'avoir recours à l'injection du mélange que pour les dernières doses. Ainsi 12 chevaux qui avaient reçu 10, 20, 35, 50, 75, 100$^{cm^3}$ d'anatoxine et dont le pouvoir antitoxique moyen des sérums à ce moment n'excédait pas 200 unités, ont été injectés, par la suite, avec 100, 150 et 200$^{cm^3}$ du mélange anatoxine-tapioca ; huit jours après la dernière injection, le pouvoir antitoxique s'était élevé à plus de 800 unités.

Avec 650 à 700$^{cm^3}$ d'antigène seulement, par cheval, nous avons donc pu obtenir des sérums ayant une teneur moyenne en antitoxine de 700 et même 800 unités. On jugera mieux de l'importance de ces chiffres lorsque l'on saura que, chez des chevaux placés dans les mêmes conditions, immunisés les années précédentes avec 1200 à 1500$^{cm^3}$ de toxine, la valeur moyenne des sérums à la fin de la période d'hyperimmunisation n'avait pas été supérieure à 400 unités. En utilisant l'anatoxine (1000 à 1100$^{cm^3}$ au total) nous avions fait passer, depuis, cette valeur à un peu plus de 500 unités.

Le même procédé appliqué en collaboration avec M. P. Descombey, à l'immunisation et l'hyperimmunisation antitétanique du cheval nous a donné des résultats qui ne le cèdent en rien à ceux que nous venons d'indiquer.

Par exemple, cinq chevaux sont injectés avec 8, 10, 20, 35, 50 et 100$^{cm^3}$ d'anatoxine tétanique : cinq autres reçoivent les mêmes doses de la même anatoxine mais additionnée de tapioca ; huit jours après la dernière

injection, 1^{cm^3} du sérum de ces derniers neutralise en moyenne plus de 10000 doses mortelles (pour le cobaye); par contre, le sérum des premiers, auxquels on a injecté l'anatoxine seule, est à peine capable de neutraliser 200 doses mortelles.

L'ensemble des résultats ainsi acquis montre tout l'avantage que l'on peut retirer de l'emploi du procédé pour une meilleure production des antitoxines diphtérique et tétanique et probablement d'autres antitoxines.

MICROBIOLOGIE. — *Contribution à l'étude des boues activées.* Note [1] de M. **F. DIÉNERT**, présentée par M. A.-Th. Schlœsing.

On sait qu'on peut épurer de l'eau d'égout en mélangeant celle-ci avec de la boue d'égout activée et en insufflant de l'air dans le mélange. La matière organique que renferme l'eau d'égout est oxydée, l'ammoniac est transformé en nitrites et en nitrates. J'ai montré [2] que cette action oxydante était due à des microbes qui se développent pendant la période d'activation de la boue.

J'ai montré également, dans cette même Note, qu'on réalisait une oxydation identique avec MnO^2 activé, obtenu en mélangeant MnO^2 avec de l'eau de rivière additionnée de 10^{mg} d'ammoniac par litre et en insufflant de l'air dans le mélange pendant quelques semaines. Or une eau d'égout a une composition essentiellement variable.

La boue activée est-elle apte à oxyder toute substance oxydable nouvelle que l'eau d'égout est susceptible de recevoir? Ou bien, y aura-t-il une période d'adaptation des boues pour chaque substance et combien de temps durera-t-elle pour atteindre le maximum d'activité?

Ce problème est vaste et, dans cette Note, je me limiterai à l'étude de l'action des boues sur le soufre et les polythionates.

Technique. — Dans un vase pouvant être parcouru par un courant d'air, je mélange 20^g de boues activées, 5^g de CO^3Ca et 250^{cm^3} d'eau du robinet additionnée du corps à oxyder (4^g de soufre ou $0^g,5$ du polythionate à étudier, par barboteur). Je fais barboter environ 50^l d'air pendant 48 heures et j'essore la boue.

Dans le liquide essoré je titre les sulfates formés et les polythionates, que je traduis en acide sulfurique SO^3. Sur la boue essorée, je remets une

(1) Séance du 15 juillet 1925.

(2) *Comptes rendus*, 173, 1921, p. 184.

nouvelle solution et je refais barboter de l'air pendant 48 heures. Ces manipulations sont répétées toutes les 48 heures pendant plusieurs semaines.

La boue d'égout activée, aussitôt qu'elle est mise en présence de soufre, l'oxyde. Cette action, faible au début (296^{mg} de SO^3 par litre en 48 heures), augmente peu à peu pour atteindre 1646^{mg} de SO^3 au 6e jour de barbotage.

Avec MnO^2 activée on constate une absence d'oxydation du soufre pendant 6 jours, puis peu à peu cette boue s'accoutume au soufre et peut oxyder ce corps en donnant 1530^{mg} SO^3 après 6 semaines de barbotage d'air. Ainsi les deux boues activées avaient, avant l'introduction du soufre, un pouvoir oxydant vis-à-vis de ce corps assez faible ou nul; mais peu à peu par accoutumance elles sont devenues capables d'en oxyder des doses presque équivalentes en 48 heures.

Elles oxydent l'hyposulfite de sodium, le tétrathionate de K; mais, comme avec le soufre, en s'y accoutumant peu à peu. Le maximum d'oxydation de l'hyposulfite est atteint au 8e jour de soufflage avec la boue d'égout activée (1500^{mg} de SO^3 formé) et au 15e jour de soufflage avec MnO^2 activé (1200^{mg} SO^3). Avec cette dernière boue l'accoutumance à l'oxydation de l'hyposulfite est plus rapide qu'à celle du soufre.

Les boues ainsi accoutumées au soufre gardent leur accoutumance si l'on vient à supprimer momentanément ce corps.

L'eau d'égout contient souvent de l'acétate de chaux dont l'origine doit être recherchée dans la fermentation microbienne des hydrates de carbone qu'elle a reçus. Ce sel, si fréquent, peut-il gêner l'oxydation du soufre? L'expérience apprend que, si l'on ajoute 1 pour 100 d'acétate de chaux dans nos barboteurs, l'oxydation du soufre s'affaiblit momentanément (SO^3 formé au moment de l'introduction 1645^{mg}, au 6e jour après 620^{mg}, au 15e jour après 1600^{mg}), mais reprend rapidement son activité primitive.

On retrouve ce même affaiblissement dans l'oxydation du soufre avec MnO^2 activé, mais, en outre, l'oxydation est moins poussée puisque l'analyse décèle la formation d'hyposulfite et de polythionates [1] au lieu de sulfate. La suppression de l'acétate de chaux fait réapparaître SO^3 et disparaître $S^2O^3H^2$. En mélangeant l'acétate de chaux au soufre sur MnO^2 activé non accoutumé à oxyder le soufre, on ralentit l'accoutumance mais on ne l'empêche pas (oxydation de 1500^{mg} d'hyposulfite seulement après 2 mois de barbotage d'air au lieu de 6 semaines).

---

[1] La formation des polythionates est obtenue par l'action chimique de l'air sur l'hyposulfite en présence de MnO^2 en barboteur stérile.

En résumé une boue activée n'est pas nécessairement apte à oxyder rapidement le soufre ou les polythionates. Elle doit peu à peu s'y adapter, et cette adaptation peut être entravée par la présence de certaines substances comme l'acétate de chaux. Avec MnO^2 activé la présence de cet acétate arrête l'oxydation au stade hyposulfite au lieu du stade sulfate.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *La signification physio-pathologique du signe de Babinski.* Note de M. **Georges Bourguignon**, présentée par M. d'Arsonval.

L'excitation de la face plantaire du pied par une pointe mousse provoque, à l'état normal, la *flexion* des orteils : c'est le *réflexe plantaire normal.* Dans les lésions du faisceau pyramidal, ce réflexe s'inverse et la même manœuvre provoque l'*extension* du gros orteil, et, accessoirement, des autres orteils : c'est le *signe de Babinski.* Ce signe est considéré comme pathognomonique des lésions du faisceau pyramidal.

Cependant, dès ses premières recherches, Babinski avait signalé que son signe n'avait toute sa valeur que s'il n'existe pas de lésion neuro-musculaires, qui peuvent soit empêcher l'extension de se produire, soit déterminer une extension du gros orteil sans qu'il y ait de lésion du faisceau pyramidal.

Depuis ces remarquables travaux de Babinski, différents auteurs, et récemment Sicard, ont distingué les « vrais signes de Babinski », pathognomoniques des lésions du faisceau pyramidal, des « faux signes de Babinski », qui existent sans lésion de ce faisceau, et se rencontrent notamment dans la paralysie infantile, lorsque les fléchisseurs seuls sont dégénérés.

J'ai repris l'étude du réflexe plantaire normal et du signe de Babinski au moyen de la mesure de la chronaxie des différents neurones et muscles en jeu dans ces réflexes.

A l'état normal, le réflexe en flexion est conditionné par l'égalité de la chronaxie sensitive du nerf tibial postérieur et de tous les fléchisseurs ($0^\sigma,44$ à $0^\sigma,72$), tandis que les extenseurs des orteils ont une chronaxie 2 fois plus petite ($0^\sigma,20$ à $0^\sigma,36$). C'est la généralisation du fait de l'*isochronisme* sensitivo-moteur par régions que j'ai montré au membre supérieur et

par lequel j'ai expliqué, au moins partiellement, les réflexes normaux [1].

Ce résultat étant acquis, j'ai étudié la chronaxie sensitive et motrice dans tous les cas où j'ai rencontré le signe de Babinski et dans tous ceux où il manquait, malgré l'existence certaine d'une lésion du faisceau pyramidal.

Cette étude met nettement en évidence le fait général suivant :

Le réflexe plantaire se fait en extension (signe de Babinski) toutes les fois que la chronaxie sensitive du nerf tibial postérieur est égale à celle des extenseurs des orteils, au lieu de l'être à celle des fléchisseurs.

Le réflexe se fait en flexion toutes les fois que la chronaxie sensitive du nerf tibial postérieur est égale à celle du fléchisseur des orteils, comme à l'état normal.

Le réflexe fait défaut (ni extension, ni flexion) toutes les fois que la chronaxie sensitive du nerf tibial postérieur est différente à la fois de celle des fléchisseurs et de celle des extenseurs.

Ces conditions des diverses modalités du réflexe plantaire peuvent être réalisées par les lésions les plus diverses. En effet, les variations de chronaxie qui changent l'équilibre normal peuvent porter sur l'un quelconque des neurones en jeu ou sur plusieurs et dépendre soit d'une lésion du faisceau pyramidal, soit d'une lésion neuro-musculaire périphérique, soit d'une lésion du neurone sensitif périphérique.

Dans les lésions pures du faisceau pyramidal, la chronaxie sensitive reste normale; mais, par répercussion, la chronaxie des extenseurs double et devient égale à celle du nerf tibial postérieur sensitif ($0^{\sigma},44$ à $0^{\sigma},72$), tandis que la chronaxie des fléchisseurs diminue ($0^{\sigma},20$ à $0^{\sigma},36$) et cesse d'être égale à celle du nerf tibial postérieur sensitif : ces variations étant très constantes dans ces lésions, le signe de Babinski s'y rencontre d'une manière très générale.

Quand il y a association de lésions des neurones moteurs périphériques avec les lésions pyramidales, toutes les modalités peuvent se rencontrer : c'est ce qui arrive dans les syringomyélies, par exemple.

Dans les lésions motrices périphériques, comme les poliomyélites par exemple, la chronaxie sensitive reste normale; mais la répartition inégale de

---

(1) G. Bourguignon et A. Radovici, *Comptes rendus*, **173**, 1921, p. 1425. — G. Bourguignon, *La Chronaxie chez l'homme*, Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, Masson, 1923, p. 197 à 203.

la dégénérescence entre les extenseurs et les fléchisseurs peut laisser subsister l'isochronisme normal du nerf tibial postérieur sensitif et des fléchisseurs, réaliser l'isochronisme anormal du nerf sensitif et des extenseurs, ou supprimer tout isochronisme sensitivo-moteur : toutes les modalités du réflexe peuvent donc se rencontrer.

Enfin j'ai vu le signe de Babinski réalisé par une lésion radiculaire dans laquelle l'isochronisme du nerf tibial postérieur sensitif et des extenseurs était dû à la diminution de la chronaxie sensitive, celle des extenseurs étant restée normale, alors que celle des fléchisseurs dégénérés était très augmentée : il s'agissait d'une spondylose rhyzomélique.

Il n'y a donc pas de « vrais » et de « faux » signes de Babinski. Ce signe a une signification qui est toujours la même : il traduit simplement l'isochronisme anormal du nerf tibial postérieur sensitif et des extenseurs des orteils. Seulement, cet isochronisme est réalisé d'une manière presque constante dans les lésions du faisceau pyramidal, tandis qu'il ne l'est que d'une façon accidentelle dans les lésions motrices ou sensitives périphériques. Il en résulte que le signe de Babinski est très fréquent, presque constant, dans les lésions pyramidales, et beaucoup plus rare dans les autres lésions, ce qui a fait croire qu'il était pathognomonique des premières. L'étude de la chronaxie explique tous les cas, et permet, dans les cas où le diagnostic est hésitant, de déterminer exactement à la lésion de quel neurone il faut attribuer le réflexe observé. La chronaxie présente donc ici encore un grand intérêt scientifique et un grand intérêt pratique.

CHIMIE THÉRAPEUTIQUE. — *Action tréponémicide de l'or et du platine.* Note de MM. C. **Levaditi**, A. **Girard** et S. **Nicolau**, présentée par M. Roux.

Nous avons étudié l'action thérapeutique de l'hyposulfite double d'or et de sodium (sanocrysine) dans la syphilis expérimentale du lapin. Ce sel, renfermant 37,4 pour 100 Au, recommandé par H. Möllgaard pour le traitement de la tuberculose, a d'abord été examiné au point de vue de sa toxicité. Chez le lapin, $0^g,05$ par kilogramme de poids vif, administré par voie intraveineuse, paraît représenter la dose maxima tolérée. Par voie souscutanée, le composé est bien supporté à des quantités variant de $0^g,01$ à $0^g,03$ par kilogramme; sur deux lapins ayant reçu $0^g,05$ par kilogramme, l'un est mort le quatrième jour, l'autre a survécu.

Action thérapeutique (virus Truffi et *Sp. cuniculi) : a. Voie intraveineuse.* —

Action curative manifeste à la dose de $0^g,05$ (soit $0^g,018$ Au) par kilogramme (disparition des spirochètes le deuxième jour).

b. Voie sous-cutanée. — La dose minima curative est de $0^g,02$ (soit $0^g,0074$ Au) par kilogramme (disparition des spirochètes le deuxième jour, guérison des lésions le quatrième jour, sans récidive). L'action thérapeutique, quoique inconstante, est encore manifeste à la dose de $0^g,01$ (soit $0^g,0037$ Au) par kilogramme.

c. Voie buccale. — Contrairement à toute prévision, la sanocrysine, administrée par voie buccale, détermine la disparition des parasites en 2 jours et la cicatrisation des accidents en 3-5 jours, à la dose de $0^g,20$ à $0^g,50$ par kilogramme de poids vif. *Sous cette forme l'or est donc résorbé par la muqueuse digestive.*

Ces constatations montrent que l'*hyposulfite double d'or et de sodium agit curativement dans la syphilis expérimentale du lapin* (*virus Truffi*) *et la spirochétose provoquée par le* Spirocheta cuniculi. Le rapport $\frac{C}{T}$, établi par voie sous-cutanée, est aux environs de $\frac{1}{2}$. Le même dérivé est *actif lorsqu'il est administré par voie buccale.* D'autres essais nous ont montré que la sanocrysine exerce une action préventive nette dans la *spirillose des poules*, à la dose de $0^g,01$ à $0^g,02$ par kilogramme.

Devant ces constatations, nous avons pensé qu'il était intéressant d'expérimenter le *platine*, sous la forme d'hyposulfite double de Pt et de Na. Ce dérivé a été injecté, par voie sous-cutanée, à la dose de $0^g,015$ à $0^g,03$ Pt-métal par kilogramme, à des lapins porteurs de lésions à *Sp. cuniculi*. Chez un de ces animaux, les lésions se sont cicatrisées rapidement et les parasites ont définitivement disparu; chez deux autres, il n'y eut qu'une régression des accidents, sans disparition totale des spirochètes.

Il en résulte que *l'or et, à un degré bien moindre, le platine possèdent des propriétés spirillicides et tréponémicides* in vivo. *Ces propriétés sont de beaucoup moins accusées que celles du bismuth.* Il semble exister un certain rapport entre le poids atomique de ces métaux et leur action thérapeutique, en ce sens que le bismuth (208) est de beaucoup plus actif que l'or (197,2) et celui-ci plus efficace que le platine (195,2). La forme sous laquelle l'or est administré paraît jouer un rôle important. En effet, à des quantités d'or égales, ou même supérieures, le chlorure double d'or et de potassium, et un or colloïdal préparé par M. Fourneau, se sont montré inactifs [1].

---

[1] Nul rapport entre le pouvoir spirillicide *in vitro* (*Sp. gallinarum*) et l'action thérapeutique. Le chlorure d'or agit à la concentration de $\frac{1}{50000}$ et la sanocrysine à la

Ces résultats permettent de supposer que les métaux du même groupe (Os, Ir, Ru, Rh et Pd) pourraient exercer une action analogue; leur étude est entreprise.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la prédominance de l'activité des fixateurs anaérobies d'azote dans le sol.* Note de MM. **Georges Truffaut** et **N. Besszonoff**, présentée par M. G. André.

Il nous a semblé que les auteurs actuels ont une tendance à accorder un rôle exagéré aux organismes aérobies fixateurs d'azote et en particulier à celui des *Azotobacter.*

Dès 1893, M. Winogradsky avait cependant montré le rôle important comme fixateur d'azote d'un organisme anaérobie, le *Clostridium Pastorianum.* Sa présence est constante dans des sols de pays très différents. Elle montre que la fixation de l'azote peut s'effectuer dans les sols aussi bien par des organismes anaérobies que par les aérobies.

Pour comparer les deux méthodes de fixation, nous avons établi 8 séries d'expériences. Leur but était d'étudier pour une même terre la fixation de l'azote dans des conditions où la vie des organismes aérobies soit favorisée et dans d'autres où la vie des seules anaérobies soit possible.

Nous avons utilisé une terre des limons des plateaux de Toussus-le-Noble (Seine-et-Oise), légèrement acide ($P_H = 5,88$), azote total $1^g,1$ par kilogramme.

Huit ballons de deux litres reçurent chacun 150^g de cette terre, plus 900^{cm^3} d'une solution contenant $0^g,642$ de glucose pur pour 100. Pour corriger l'acidité de cette terre, 15^g de carbonate de chaux furent incorporés dans chacun des ballons.

Les 4 premiers furent soumis à l'action d'un courant d'air dépourvu d'ammoniaque par barbotage dans l'acide sulfurique. Les 4 suivants recevaient un courant d'azote également débarrassé d'ammoniaque. L'air de ces ballons avait été préalablement évacué à la trompe.

Les ballons 1 et 2 aérobies et 5 et 6 anaérobies ne reçurent, en plus du carbonate de chaux, aucune autre matière minérale; les ballons 3 et 4 aérobies et 7 et 8 anaérobies reçurent, en plus du carbonate de chaux, $1^g,08$ par ballon d'un mélange minéral nutritif contenant pour 100 :

---

dilutron de $\frac{1}{200}$; or le premier de ces composés n'est pas actif *in vivo*, alors que le second l'est manifestement. L'extrait hépatique ne réactive que faiblement la sanocrysine,

$0^g,75$ d'azote ammoniacal du sulfate d'ammoniaque;
$6^g,75$ de potasse de la sylvinite;
$12^g,03$ d'acide phosphorique du phosphate de chaux naturel.

L'entrée et la sortie des courants gazeux qui circulaient dans tous les ballons étaient contrôlées par un flacon laveur à acide sulfurique titré. La richesse en azote total du contenu des 8 ballons avait été préalablement déterminée par la méthode de Joldbauer à l'acide phénolsulfurique.

Pendant la durée de l'expérience, une température régulière et constante de 26° fut maintenue dans le thermostat où avaient été disposés les ballons.

Voici les résultats des analyses du contenu des 8 ballons à la fin de l'expérience, qui a duré 14 jours :

	Azote initial terre et liquide.	Azote final			Azote fixé	
		liquide.	terre.	total.	pour 100 d'azote initial.	total.
Séries en milieu aérobie (courant d'air) avec carbonate de chaux.						
1er ballon	190 mg	18 mg	184 mg	202 mg	6,31	12 mg
2e »	190	8	195	203	6,84	13
Séries en milieu aérobie, plus carbonate de chaux et mélange minéral.						
3e ballon	198	16	205	221	11,61	23
4e »	198	8	209	217	9,59	19
Séries en milieu anaérobie (courant d'azote) avec carbonate de chaux.						
5e ballon	190	30	195	225	18,42	35
6e »	190	20	199	219	15,26	29
Séries en milieu anaérobie avec carbonate de chaux et mélange minéral.						
7e ballon	198	36	196	232	17,17	34
8e »	198	37	186	223	12,62	25

A la fin de l'expérience, les laveurs n'avaient absorbé aucune trace d'ammoniaque et les liquides des divers ballons ne contenaient plus de glucose.

Le taux de fixation de l'azote atmosphérique dans les conditions anaérobies est presque double de celui constaté dans les conditions aérobies : par ballon 30^{mg} contre 16^{mg} dans les conditions aérobies.

Nos expériences incitent à estimer avec plus de prudence le rôle des *Azotobacter* et autres organismes aérobies, fixateurs d'azote du sol. Elles permettent de supposer que l'une des causes de la fertilité des limons des

grands fleuves, et en particulier de celui du Nil, des curures des fossés et des canaux, des vases des étangs et marais, comme ceux des Dombes, est due au travail des organismes anaérobies fixateurs d'azote atmosphérique.

M. Carles de Caudemberg adresse une Note intitulée : *Une nouvelle méthode curative de la tuberculose pulmonaire, à tous les degrés, par vaccination locale biochimique.*

A 15h35m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 15h45m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 25 mai 1925.)

Note de MM. *A. Desgrez*, *H. Bierry* et *F. Rathery*, Phosphates inorganiques et hypoglycémie insulinienne :

Page 1555, ligne 3 en remontant, lire *Paris Médical*, 13e année, 49, 1923, n° 37, p. 201; *Bull. Soc. méd. des Hôpit.*, 3e série, 39e année, 47, 1923, n° 36, p. 1693; dernière ligne, lire *Presse Médicale*, 32e année, 1924, n° 89, p. 869.

(Séance du 22 juin 1925.)

Note de Mlle *J. Liquier*, Sur la variation du pouvoir rotatoire des solutions d'asparagine en fonction de leur concentration en ions hydrogène :

Page 1919, ligne 10, *au lieu de* l'acide malique, *lire* l'acide tartrique.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT LES TROISIÈME ET QUATRIÈME TRIMESTRES 1924, QUI N'ONT PAS ÉTÉ MENTIONNÉES SUR LES LISTES DES PREMIER ET DEUXIÈME TRIMESTRES. (*Fin.*)

Transactions of the Institute of Fertilisers. Moscow.
Transactions of the Northern Scientific and Economic Expedition. Moscow.
Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Edinburgh.
Transactions of the Scientific Chemical-pharmaceutical Institute. Moscow.
Transactions of the State Electrical Research Institute. Moscow.
Travaux de la Station biologique de Roscoff. Roscoff.

Ukrainische Sevcenko Gesellschaft der Wissenschaften in Lemberg. Lemberg.
United States Coast and Geodetic Survey (Serial publication). Washington. Paris.
United States Geological Survey Bulletin. Washington.
United States National Museum Bulletin. Washington.
Université de Montréal (Annuaire général). Montréal.
University of California (Bulletin, Chronicle, Publications, Record). Berkeley.
University of Colorado Studies. Boulder.
University of Illinois (Bulletin). Urbana.
University of Michigan. Museum of Zoology (Miscellaneous Publications). Detroit.
University of Michigan Studies. New-York.
University of Minnesota. Agricultural Experiment Station (Bulletin). Minneapolis.
University of Nebraska Studies. Lincoln.
Uppsala lackarefoerenings foerhandlingar. Uppsala.
Uppsala Universitetets Arsskrift. Uppsala.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Amsterdam.
Verslag van de gewone vergaderingen der wisen natuurkundige afdeeling. Amsterdam.
Vie (La) en Alsace. Strasbourg.
Vita. Roma.
Vojensky zemepisny ustar. Vyrocni. Praze.

World list of scientific periodicals. London.
Wydawnictwa towarzystwa naukowego warszawskiego. Warszawa.

Zbidomlennya (de l'Académie des Sciences de toutes les Ukraines). Kiev.
Zoologiska bidrag fran Uppsala. Uppsala.
Zprava (Institut de géographie militaire). Rapport annuel. Prague.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUILLET 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. le professeur **William Herbert Hobbs**, de l'Université de Michigan, qui assiste à la séance.

MÉCANIQUE ET CHRONOMÉTRIE. — *Rectification relative à un* octuple isochrone *propre aux balances spirales et aux horloges élastiques.* Note de M. **Jules Andrade.**

Aussi bien dans ma Note du 17 novembre 1924 que dans celle de juin 1925, la corrélation du second quadruple de ressorts au premier a *été à tort* présentée comme un renversement; *c'est d'une symétrie convenable qu'il s'agit.*

BOTANIQUE. — *Le tabac tombak des Alaouites.* Note (¹) de M. **Henri Jumelle.**

On désigne, en Perse et dans le Levant, sous le nom de *tombak*, ou *toumbeki*, un tabac très fort, si riche en nicotine (5,835 pour 100 dans un échantillon de Chiraz analysé jadis par Holmès) qu'il n'est utilisable, comme tabac à fumer, que dans le narguilé et le kalian. Mais, comme tel, c'est, de longue date, la sorte la plus appréciée dans tous les pays où l'on fait usage de la pipe à eau. Des exportations régulières en ont lieu depuis

(¹) Séance du 20 juillet 1925.

longtemps de la Perse, qui a toujours été le grand pays de culture, vers l'Asie Mineure, la Turquie d'Europe, l'Égypte et la Grèce. Les statistiques du milieu du siècle dernier indiquent notamment le commerce de transit qui s'était ainsi établi à Mossoul, Bagdad et Trébizonde. Ce dernier port réexpédiait vers Constantinople, et d'importantes charges étaient transportées par caravanes de Bagdad à Damas.

L'identité de la plante qui produit ce tabac est toujours restée cependant un peu incertaine. On pensa un moment que c'était un *Lobelia*, puis, lorsque cette grosse erreur eut été reconnue, on hésita entre *Nicotiana rustica*, qui fut la détermination donnée en 1886 à Warnford Lock par le professeur Hausknecht, un spécialiste de la flore de Perse, et *Nicotiana persica*.

Lock n'avait reproduit qu'avec réserve la détermination d'Hausknecht, car, faisait-il remarquer, d'une part le tabac du *N. rustica* est, à l'inverse du tombak, moins fort que le tabac ordinaire du *N. Tabacum*, et, d'autre part, le *N. rustica* est à feuilles nettement pétiolées, alors que celles du tombak sont sessiles.

La première de ces deux raisons serait, en réalité, sans valeur, puisque, récemment, MM. Thatcher, Streeter et Collinson ont, au contraire, trouvé que le *N. rustica* contient un haut pourcentage en nicotine, trois fois plus élevé environ que celui des tabacs ordinairement cultivés comme tabacs à fumer. Il est bien vrai, par contre, qu'il y a entre les feuilles de tombak et de *N. rustica* la différence relevée par Lock.

Cet auteur était alors plutôt porté à admettre que le tombak provient du *N. persica*, très voisin du *N. alata;* et son opinion pouvait paraître trouver confirmation dans le Prodrome de de Candolle, où Dunal, après la description du *N. persica*, ajoute que c'est cette espèce qui fournit le très célèbre tabac de Chiraz.

Si les plantes que nous cultivons depuis trois ans au Jardin botanique de Marseille, et qui proviennent de graines qui nous ont été envoyées en 1922 du Territoire des Alaouites (Syrie), par l'intermédiaire du Ministère des Affaires étrangères, sous le nom de « tombak » sont bien les mêmes que le tombak de Perse, cette détermination de *N. persica* n'est pas plus exacte que celle de *N. rustica*.

En même temps que les graines de tombak, nous avons reçu du même Territoire des graines de tabac ordinaire, ou « doukhane »; nous avons donc pu comparer, dans nos cultures, les deux plantes, qui sont bien distinctes.

Le tombak reste plus bas et est de port plus trapu que le doukhane (1^m,25 de hauteur, en juillet, au lieu de 1^m,80).

Les feuilles, dans les deux cas, sont sessiles et auriculées, mais celles de tombak sont plus largement ovales que celles de doukhane, et ont, par exemple, 40^{cm} sur 23 à 25^{cm}, tandis que les autres ont 40^{cm} sur 16 à 18^{cm}. Les limbes sont toujours aigus au sommet, mais ceux du tombak sont plus atténués inférieurement et, au contraire, à bords moins incurvés au voisinage de la pointe que ceux du doukhane. La tendance à la ramification est, en outre, un peu moindre dans cette dernière sorte que dans l'autre.

Au moment de la floraison, les inflorescences du tombak sont plus courtes et moins amples, et se dégagent beaucoup plus lentement et beaucoup moins de l'ensemble des feuilles terminales que celles du doukhane.

Les deux plantes diffèrent aussi par la couleur des fleurs. La corolle du doukhane est à tube blanc verdâtre et à lobes rose pâle; celle du tombak est à lobes d'un pourpre aussi intense que dans la variété horticole bien connue, le *N. Tabacum* var. *macrophylla purpurea ;* en outre, la partie large du tube est également lavée de rouge.

Dans les deux tabacs syriens, cette corolle, qui est infundibuliforme, a à peu près la même longueur totale, mais la partie large est moins cylindrique et plus en entonnoir dans le tombak que dans le doukhane. Les lobes, toujours triangulaires, sont ordinairement, quoique non constamment, un peu plus courts, un peu moins larges et, en tout cas, un peu moins acuminés dans le tombak. Le calice de ce tombak est plus court (2^{cm}) et un peu moins renflé que celui du doukhane, et il est à dents triangulaires plus courtes (8^{mm} au lieu de 12^{mm}) et moins larges à la base.

Mais ce sont là des différences qui, tout en étant nettes pour la plupart, ne dépassent pas les limites de différences de variétés. Les étamines et le style, dans les deux cas, ont les mêmes caractères et les mêmes variations, et, dans les deux tabacs aussi, ce qu'il importe de relever, c'est la même forme générale de la corolle, étroite inférieurement, large supérieurement, alors que le *N. persica* et le *N. rustica* sont à corolle hypocratérimorphe, c'est-à-dire à tube sensiblement de même calibre sur toute sa longueur, et, d'autre part, blanche ou verdâtre, non rouge.

Le tombak cultivé chez les Alaouites n'appartient donc à aucune des espèces auxquelles a été rapporté le tombak de Perse, qui est pourtant très probablement le même; il ne nous semble qu'une variété trapue, à fleurs pourpres et à forte teneur en nicotine, du *Nicotiana Tabacum*.

M. B. Baillaud, en présentant le Tome 32 des *Annales de l'Observatoire de Paris*, s'exprime en ces termes :

Ce volume renferme les deux Mémoires suivants :

La libration physique de la Lune, d'après quarante clichés obtenus à l'Observatoire de Paris, entre les années 1894 *et* 1909, par M. P. Puiseux.

Le Spectrographe stellaire de l'Observatoire de Paris, par M. Maurice Hamy.

M. Puiseux a extrait les 40 clichés qu'il a étudiés de la collection des 6000 clichés obtenus au Grand Équatorial coudé de l'Observatoire. La principale conclusion est que la théorie du mouvement de la Lune autour de son centre de gravité, faite en considérant notre satellite comme un solide invariable, ne correspond pas aux faits qu'il a discutés. Une étude plus approfondie exigerait la mise en œuvre d'autres matériaux, dont on trouverait les éléments dans la série des clichés de l'Observatoire. Ce Mémoire était terminé dès 1915.

Le spectrographe qui fait l'objet du Mémoire de M. Hamy, exécuté par Gautier d'après ses plans, a été annexé au Grand Équatorial coudé de l'Observatoire. M. Hamy en donne une description détaillée et la fait suivre de l'exposé des travaux sur les vitesses radiales auxquels il l'a appliqué, en collaboration avec MM. Millochau et Salet. En terminant, il expose l'idée d'une méthode de détermination des vitesses radiales, à l'aide du prisme objectif.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence multiple.* Note (¹) de M. Alexandre Rajchman, présentée par M. Hadamard.

1. Considérons les trois séries

$$(1)\quad \sum_{n=1}^{n=\infty} u_n; \qquad (2)\quad \sum_{n=0}^{n=\infty} u_{-n}; \qquad (3)\quad \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} u_n;$$

la convergence simultanée des deux séries (1) et (2) équivaut par définition à la convergence de la série (3).

(¹) Séance du 6 juillet 1925.

Posons

$$(4) \qquad v_n^{(0)} = u_n; \qquad v_n^{(k)} = \sum_{m=n}^{m=\infty} v_m^{(k-1)} \qquad (k = 1, 2, \ldots);$$

considérons encore les séries

$$(5_k) \quad \sum_{n=1}^{n=\infty} v_n^{(k)}; \qquad (6_k) \quad \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} v_n^{(k)}.$$

Quand les séries (5_k) [ou (6_k)] convergent pour $0 \leqq k \leqq p-1$, nous dirons que la convergence de la série (1) [ou (3)] est p-uple.

On démontre immédiatement que les conditions suivantes forment un système de conditions nécessaires et suffisantes pour la convergence p-uple de la série (3) :

1° La convergence p-uple des deux séries (1) et (2);

2° La convergence *vers zéro* des $p-1$ séries suivantes (6_0), (6_1), ..., (6_{p-2}).

Modifions les définitions ci-dessus, en supposant que toutes les convergences (ordinaires) qui y interviennent sont absolues. On arrive ainsi à la définition de la *convergence multiple absolue*.

2. En utilisant ces notions ainsi que les théorèmes sur la multiplication des séries trigonométriques qui s'y rattachent [1], on arrive facilement au théorème suivant :

Si une série trigonométrique convergente, ou, plus généralement, une série trigonométrique à coefficients tendant vers zéro sommable par le procédé de Poisson représente au voisinage de $x = x_0$ une fonction continue, ayant pour $x = x_0$ p dérivées, la série considérée et sa conjuguée sont pour $x = x_0$ à convergence $(p+1)$-uple.

Il en résulte que la série de Taylor à coefficients tendant vers zéro est à convergence multiple d'ordre infini (à convergence p-uple, si grand que soit p) en tout point régulier du cercle $|z| = 1$, ce qui précise le théorème bien connu de M. Fatou.

En remplaçant l'hypothèse des coefficients tendant vers zéro par des hypothèses moins restrictives, on pourrait arriver à des résultats plus généraux, où à la place de la convergence apparaîtraient les sommabilités par le

---

[1] Cf. mes Mémoires dans les *C. R. de la Soc. des Sc. de Varsovie*, **11**, 21 février 1918, p. 43, dans *Mathematische Annalen* (*sous presse*) et dans les *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 491.

procédé des moyennes arithmétiques. On pourrait rattacher ces considérations aux généralisations que M. Zygmund (*Thèse de Varsovie*, qui va paraître bientôt) a données à mes résultats relatifs à la multiplication riemannienne des séries trigonométriques.

PHYSIQUE. — *Ondes secondaires dues à une onde aérienne.* Note (1) de M. **Th. Vautier**.

Lorsqu'une onde explosive à front discontinu ou très redressé se propage dans une longue conduite cylindrique où elle rencontre de faibles variations de section sur de petites longueurs, elle forme des ondes secondaires telles que celles de la figure 4 (2). Nous pouvons expliquer encore par une variation de section, toutefois plus importante et de plus grande étendue, la production d'ondes de longueur et de forme bien différentes qui devancent aussi l'écho normal comme les précédentes, et dont la figure 2 donne un spécimen d'après les tracés agrandis de l'interféromètre. La courbe en pointillé, tracée à la même échelle que les autres, représente une onde due à la combustion libre de $10^g,5$ de poudre, qui crée des ondes secondaires en plus d'un endroit au cours de sa propagation entre A_1 (3) et C; considérons-la seulement à ses passages dans le sens A_1C à travers une partie b_1c_1 de la conduite (*fig.* 1) dont la section s'est trouvée successivement rétrécie puis élargie par la présence d'une flaque d'eau d'une trentaine de mètres de long qui atteignait graduellement une profondeur d'environ 20^{cm}; suivons sa marche et celle des ondes secondaires sur le graphique 3, et soit M son entrée sur la flaque : à chaque traversée elle donne naissance en M aux ondes secondaires successives $O_1O_2O_3O_4\ldots$ qui se propagent chacune individuellement et avec un décalage constant sur l'onde principale; chacune d'elles s'ajoute à la précédente aux croisements $O_2O_3O_4\ldots$: le nombre de traits indique le nombre d'ondes superposées; il en résulte que l'onde secondaire initiale reçoit chaque fois une certaine quantité d'énergie qui l'accroît d'abord; puis l'affaiblissement progressif des ondes qui s'ajoutent ne leur permet plus de compenser l'amortissement

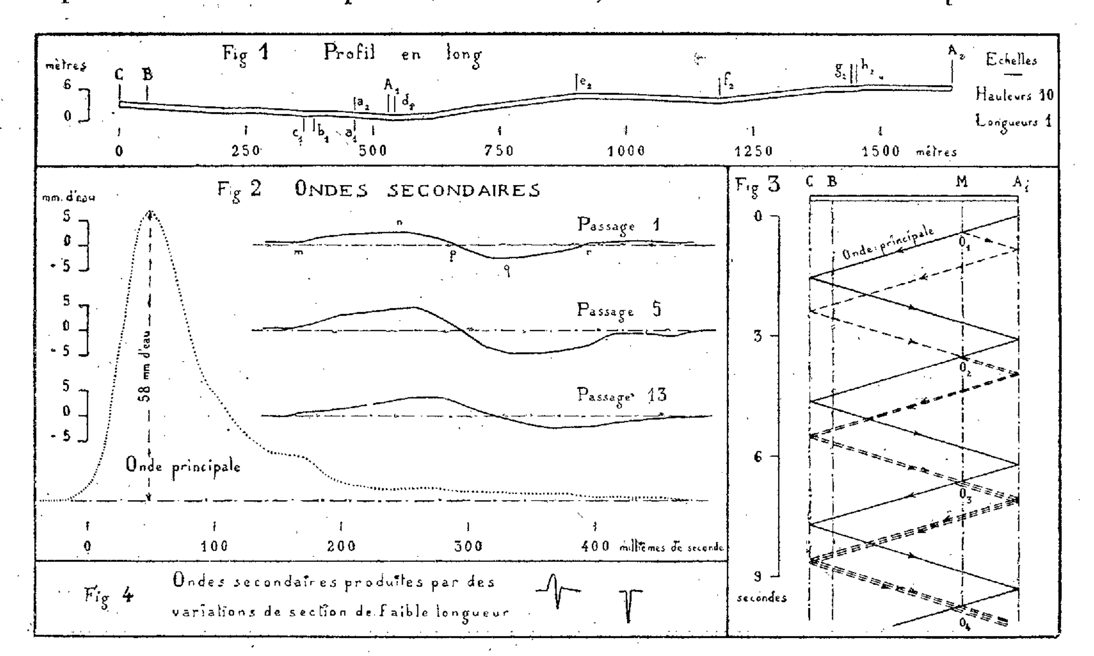
(1) Séance du 20 juillet 1925.

(2) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1919. Les courbes des figures 2 et 4 sont à la même échelle.

(3) La conduite a été sectionnée en ce point pendant toute la première période des expériences qui ont eu lieu entre A_1C sur $529^m,87$ de long.

subi par l'onde de superposition au cours de sa propagation et de ses réflexions successives. C'est bien ce qu'indiquent nos mesures.

On voit sur la figure 2 trois courbes en traits pleins dues à l'onde en pointillé et qui donnent : la première, la forme de l'onde secondaire initiale à son premier passage; les suivantes, à ses cinquième et treizième passages, c'est-à-dire après des parcours respectifs de 2737 et 6976^{m} plus 5 et 13 réflexions. La surface *mnpqr*, représentative de l'énergie de l'onde secondaire initiale, augmente assez vite du premier au cinquième passage, plus lentement du septième au dixième, et décroît ensuite. Pour plus de



clarté, nous n'avons tenu compte sur le graphique que des ondes secondaires formées par l'onde principale à un seul changement de section de la conduite et dans le seul sens A_1 C. Mais en réalité il y a eu deux lieux de production d'ondes secondaires bien visibles aux franges, dans la première section A_1C en a_1 et $b_1 - c_1$, et cinq dans la deuxième section en $h_2 - g_2$, et $f_2 e_2 d_2 a_2$ (*fig.* 1) ; de chacun de ces points part un groupe d'ondes successives dans un sens et un groupe en sens inverse : ces ondes se traversent donc un très grand nombre de fois.

Quant au rapport de l'énergie de l'onde secondaire initiale à celle de l'onde principale, il est de 0,04 pour la partie positive *mnp* et de 0,03 pour la partie négative *pqr*; l'onde principale, lors de son passage en sens

inverse CA_1, subit une perte du même ordre. Ces pertes sont les seules notables que l'onde principale éprouve en créant des ondes secondaires en première section ; elles auront disparu en deuxième section, car la flaque $b_1 c_1$ aura été asséchée.

Nos expériences en deuxième section nous ont donné des résultats analogues. On voit sur la figure 1 les endroits où se forment les ondes secondaires : a_2 manchon de raccordement parallèle à l'axe de la conduite, d_2 et f_2 décharges, c_2 ventouse, $g_2 - h_2$ flaque d'eau ; c'est encore cette flaque qui a créé les ondes secondaires les plus importantes. Ces points ont été situés non seulement par les signaux des franges, mais aussi par l'enregistrement du courant amplifié d'un microphone placé dans la conduite.

Les ondes principales courtes à front discontinu, telles que celles du pistolet, créent aussi, aux passages des flaques d'eau, des ondes de même forme et un peu plus courtes.

Des changements de direction semblent pouvoir donner aussi des ondes secondaires, mais ils sont trop faibles ici pour marquer, et leurs cotes ne sont pas connues avec une précision suffisante.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les particules de long parcours émises par le dépôt actif du radium.* Note de M. **Nobuo Yamada**, transmise par M. Jean Perrin.

L'étude des particules de long parcours émises par le dépôt actif du radium est particulièrement intéressante parce que l'on se sert surtout de cette substance comme source de rayonnement, pour étudier la désintégration des atomes par le bombardement des rayons α. Plusieurs travaux ont été faits sur cette question. Rutherford [1] a trouvé un groupe de particules d'un parcours de $9^{cm},0$ dans l'air à 760^{mm} de pression et à 15° C. ; Bates et Rogers [2] ont déterminé trois groupes de particules de long parcours : $9^{cm},3$, $11^{cm},2$ et $13^{cm},3$ dans la proportion de 38, 12,5 et 6,4 pour 10^6 particules α de 7^{cm} de parcours du Ra C ; D. Pettersson [3] n'a pas trouvé les deux groupes de plus longs parcours, et pour celui de $9^{cm},3$ elle n'a pas obtenu un résultat défini ; Rutherford et Chadwick [4] ont repris ce travail en

(1) Rutherford, *Phil. Mag.*, 37, 1919, p. 575.
(2) Bates et Rogers, *Proc. roy. Soc.*, A, 105, 1924, p. 90.
(3) D. Pettersson, *Nature*, 113, 1924, p. 641 ; *Wien. Sitz. Ber.*, 133, 1924, p. 149.
(4) Rutherford et Chadwick, *Phil. Mag.*, 48, 1924, p. 509.

employant des écrans gazeux au lieu de feuilles métalliques : ils ont trouvé par seconde, pour un millicurie de Ra C, respectivement 1000 et 200 particules de $9^{cm},3$ et de $11^{cm},2$ de parcours, mais pas de groupe de $13^{cm},3$; ils ont constaté que les particules sont émises par la source, non par le gaz ambiant, et vérifié que le rapport de la charge à la masse semble le même que celui des particules α.

J'ai repris ce travail avec un appareil à gaz comprimé ([1]), légèrement modifié depuis les expériences précédentes pour qu'on puisse dévier les rayons β par le champ magnétique afin de diminuer la luminosité de l'écran. Comme dans les travaux précédents on recueille le dépôt actif sur une surface métallique circulaire (platine, or, argent ou nickel) de 3^{mm} de diamètre, chauffée auparavant environ à 700° C. dans le vide, en l'exposant sous tension à l'émanation du radium. On lave la surface activée avec un peu d'alcool, on la chauffe ensuite jusqu'à 250° C. dans le vide, on la place dans l'appareil à la distance de 3^{cm} de l'écran au sulfure de zinc; de l'anhydride phosphorique dessèche le gaz carbonique employé comme écran. On compte les scintillations en diminuant la pression du gaz; jusqu'à une pression qui correspond à $9^{cm},3$ d'air à 760^{mm} de pression et à 15° C., on observe quelques scintillations peu lumineuses qui augmentent en nombre graduellement avec la diminution de la pression; leur nombre n'est pas proportionnel à l'intensité de la source et l'on peut même les éliminer complètement par le chauffage soigneux de la source dans le vide. A la pression qui correspond à $9^{cm},3$ d'air, les scintillations deviennent rapidement plus nombreuses et plus lumineuses jusqu'à la pression qui correspond à $8^{cm},3$, au-dessus de laquelle leur nombre augmente très lentement. On peut conclure de ces faits que le Ra C n'émet qu'un groupe de particules α de long parcours; les particules de plus long parcours observées dans les travaux précédents sont peut-être les rayons d'hydrogène, qui sont dus à la vapeur d'eau ou au gaz hydrogène occlus dans la source.

La détermination du rapport du nombre des particules de long parcours au nombre de rayons α émis par la source reposait sur le même principe que dans les expériences sur le polonium et sur le thorium C : on mesure le nombre de particules de long parcours émises par une source très active dans un angle solide déterminé et le nombre de rayons α ordinaires émis dans le même angle solide par une source de faible activité; on mesure l'activité de la source faible et celle de la source forte.

([1]) M[lle] IRÈNE CURIE et NOBUO YAMADA, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1487.

L'activité de la source forte a été déterminée par trois méthodes différentes : 1° on peut la déduire de la valeur en millicuries mesurée par le rayonnement γ; 2° on la mesure au moyen de l'appareil à secteurs (1); 3° on mesure l'activité après plusieurs heures et l'on admet que la décroissance a eu lieu suivant la loi théorique.

On a trouvé comme nombre de particules de long parcours pour 10^6 particules α de parcours ordinaire du RaC : 1° 16,8, 16,1, 16,5; 2° 20,7, 22,2 5,8; 3° 19,0; comme moyenne on peut admettre 20, pour 10^6 rayons de 7^{cm}; cette valeur est inférieure aux valeurs trouvées dans les travaux précédents. Il n'existe pas de groupe de particules de parcours supérieur à $9^{cm},3$.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Conditions théoriques et pratiques de la réversibilité des réactions dans le procédé des chambres de plomb.* Note (2) de M. **André Graire.**

Nous avons développé, dans une Communication précédente (3), les raisons théoriques et pratiques qui permettent de conclure à la réversibilité des réactions dans le procédé des chambres de plomb. L'application des lois de Van 't Hoff et Le Chatelier aux phénomènes d'échanges entre les phases gazeuse et liquide conduit à penser que la fabrication de l'acide sulfurique sera favorisée par l'augmentation des concentrations en SO^2, NO^2 (ou N^2O^3) et vapeur d'eau. Par contre, l'excès de NO et une élévation de température faciliteront la décomposition de l'acide formé.

Ces conclusions théoriques ont été vérifiées par les essais suivants :

1° La réduction de l'acide sulfurique est difficilement réalisée avec des gaz riches en SO^2. Une teneur de 8 à 9 pour 100 en volume semble suffisante pour s'opposer à la décomposition de l'acide, dans les conditions de température du procédé des chambres. On a pourtant observé fréquemment que, sous certaines conditions d'alimentation en acides sulfonitriques, la réduction peut être obtenue dans la tour de Glover, c'est-à-dire en présence de gaz titrant jusqu'à 7 pour 100 de SO^2.

Le même phénomène peut être réalisé plus aisément au sein des gaz des chambres. Le simple passage des gaz issus du Glover au contact d'un acide

(1) Mlle Curie, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1462.

(2) Séance du 20 juillet 1925.

(3) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 397.

moyennement concentré (58 à 70 pour 100 SO^4H^2) et peu nitreux (moins de 1g NO^3H par litre) entraîne une décomposition d'autant plus forte que la concentration des gaz en SO^2 est plus faible. C'est ce que mettent en évidence les essais suivants, où la teneur des gaz en SO^2 est indiquée avant et après leur contact avec l'acide sulfurique :

SO^2 avant.	SO^2 après.	Différence.	Observations.
5,08 pour 100	6,64 pour 100	−1,56	Moyenne de 3 essais
7,15 »	8,05 »	−0,90	1 essai
7,58 »	7,88 »	−0,30	1 essai
8,21 »	8,18 »	+0,03	Moyenne de 5 essais

Enfin, la décomposition de l'acide sulfurique est particulièrement sensible au contact de gaz entièrement dépouillés de leur acide sulfureux. C'est ainsi que la plupart des analyses indiquent de fortes teneurs en SO^2 à la sortie des Gay-Lussac (jusqu'à 0,38 pour 100), tandis qu'à l'entrée des tours les gaz ne décolorent plus la liqueur d'iode et d'acétate de soude.

2° L'état des oxydes d'azote influe nettement sur le processus de la réversibilité. La théorie indique, et la pratique confirme, que la formation d'acide est maxima lorsque les gaz sont à un degré d'oxydation supérieur au bioxyde, soit, en phase liquide, à l'état de trioxyde; soit, en phase gazeuse, à l'état de tétroxyde d'azote. La réduction de l'acide sulfurique peut donc être très intense lorsque celui-ci se trouve en présence d'un excès de bioxyde, et c'est effectivement ce qui se produit dans le Glover lorsque l'alimentation en nitre est insuffisante et, au sortir de cette tour, lorsque les conditions de réoxydation du bioxyde ne sont pas réalisées avec une assez grande intensité.

Il a été de même établi que la réversion des réactions dans les Gay-Lussac est d'autant plus intense que les gaz sont moins oxydés, c'est-à-dire que la fabrication est plus lente dans les chambres. On a pu ainsi modifier la teneur des gaz en SO^2 après les tours de récupération en déplaçant la répartition des réactions vers la tête ou la queue des appareils.

SO^2 en queue (1re chambre).	SO^2 après Gay-Lussac.	Observations.
1,14	0,12	Moyenne de 4 essais
1,51	0,21	» 5 »
1,91	0,27	» 3 »
2,31	0,37	» 3 »

On peut conclure à une relation nette entre l'état des composés azotés et l'intensité de la production ou de la réduction de l'acide sulfurique.

3° L'action de la température a été mise en évidence en amenant les gaz issus du Glover au contact d'un acide sulfurique de composition constante et de température variable :

Température.	SO^2 avant.	SO^2 après.	Différence.	Observations.
102°-107°........	5,45	6,81	−1,36	5 essais
90°-92°...........	7,94	7,80	+0,14	2 »
67°...............	6,80	5,34	+1,46	7 »

Il semble donc nécessaire, pour favoriser la production, de travailler à température aussi basse que possible. Or on considère volontiers qu'il existe, pour la formation de l'acide, une température optima de réaction. D'autre part l'abaissement de température entraîne une diminution de la tension de vapeur d'eau et modifie les conditions de l'équilibre, en favorisant la réduction de l'acide. Cette double action contraire de la température implique donc l'existence d'une température optima intermédiaire, variable avec la teneur en SO^2 et diminuant progressivement avec elle.

En résumé il existe donc, dans le processus de formation de l'acide sulfurique, un accord remarquable entre les conditions théoriques de l'équilibre et les résultats pratiques obtenus dans la conduite des chambres de plomb. L'influence de la température, de la teneur en SO^2, de l'état d'oxydation des oxydes d'azote, a pu être expliquée dans des conditions différentes. Enfin certaines données empiriques relatives aux apports de nitre et aux optima de température peuvent trouver leur justification dans la simple application des lois physico-chimiques des équilibres.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les quinonediazides de la série des anthraquinones.* Note (1) de M. **Muncnari Tanaka**.

En faisant la synthèse de l'hystazarine au moyen de 2-aminoanthraquinone, j'ai été surpris de constater la formation de quinonediazide.

A cette fin, on prépare 2-diazo-3-nitroanthraquinone par introduction d'acide azoteux dans une solution de 3-nitro-2-aminoanthraquinone (P. f. 316°) dans SO^4H^2 concentré. Il se forme de belles aiguilles jaunes

(1) Séance du 20 juillet 1925.

explosant à 133°. En chauffant le corps diazoïque dans l'anhydride acétique on obtient la quinonediazide [1].

9.10-*anthraquinone*-2.3-*quinonediazide*. — Ce corps ne peut être préparé en grande quantité, car il ne résiste pas plus d'une demi-minute à une température de 95°. On prend 6 ballons d'Erlenmeyer; dans chacun d'eux on met 25^{cm^3} d'anhydride acétique et $0^g,5$ du corps diazoïque finement pulvérisé tout à fait sec, ensuite on agite vivement. On place ensuite un ballon dans un bain d'huile chauffé à 120°. Aussitôt que la température atteint 95°, la substance prend une couleur rouge. On retire rapidement le ballon et, pendant qu'on laisse refroidir, il précipite de beaux cristaux d'un éclat métallique étincelants à la lumière. Les cinq autres ballons sont traités de la même manière. Après les avoir laissé reposer pendant quelques heures, on filtre, on lave à l'acétone et l'on sèche. Le rendement est de 1/3 des produits employés (1^g environ) :

$2^{mg},060$ subst. : $4^{mg},720$ CO^2, $0^{mg},612$ H^2O;
$3^{mg},018$ subst. : $0^{cm^3},2283$ Az; $t = 24°$; $B = 748^{mm}$.

Calculé pour $C^{14}H^6O^3Az^2 + 3/4\, C^4H^6O^3$:

C = 62,6 pour 100; H = 3,23 pour 100; Az = 8,59 pour 100.

Trouvé :

C = 62,5 pour 100; H = 3,30 pour 100; Az = 8,56 pour 100.

La quinonediazide cristallise avec 3/4 mol. d'anhydride acétique.

La 9.10-anthraquinone-2.3-quinone-diazide est peu stable. Presque toutes les solutions de quinonediazide sont rouges. A 160°, elle prend la couleur brune et se décompose à 227° en moussant, mais sans faire explosion. Avec la phénylhydrazine elle développe du gaz déjà à la température ordinaire comme la benzo-quinone. Avec le sel R alcalin elle copule très lentement et donne une coloration bleue. Dans SO^4H^2 concentré elle se dissout complètement, se colorant en bleu; quand on dilue la solution, le corps précipite de nouveau. Elle est très sensible à l'alcali.

2-*oxy-anthraquinonyl*-1.3-*hydrazine*. — Lorsqu'on ajoute $Na^2S^2O^3$ en excès dans une solution de NaOH diluée, tenant en suspension de la quinonediazide, et lorsqu'on remue fortement, il apparaît une coloration rouge fuchsine. Finalement on chauffe à environ 60°. On filtre et on laisse refroidir; la substance précipite sous forme d'aiguilles brun rouge; on

---

(1) Voir HANTZSCH et REDDELIEN, *Die Diazoverbindungen*, 1921, p. 61.

acidule et recristallise à l'aide d'acétone. L'oxyhydrazine se décompose à 335°.

Substance $= 3^{mg},022$; Az $= 0^{cm^3},3058$; $t = 23°$; $B = 756^{mm}$.

	Az pour 100.
Calculé pour $C^{14}H^{10}O^3Az^2$....................	11,02
Trouvé....................................	11,35

2-*méthyle*-5.5 (*ou* BB′) *anthraquinone*-10 × 3.4-*diazine*. — La 2-oxy-anthraquinonyle-3-hydrazine est portée à l'ébullition pendant quelque temps avec beaucoup d'anhydride acétique, jusqu'à ce que la solution soit décolorée. On filtre et laisse refroidir; la substance précipite ensuite en aiguilles blanches. Il s'agit très probablement de 2-méthyl-5.6-(BB′)-anthraquinone-1-ox-3.4-diazine.

P. f. $= 314°$; Substance $= 1^{mg},645$; Az $= 0^{cm^3},139$; $t = 18°$; $B = 767^{mm}$.

	Az pour 100.
Calculé pour $C^{16}H^{10}Az^2O^3$....................	10,05
Trouvé....................................	9,87

La formule suivante met en évidence la marche de la réaction :

CO, Az X, Az O, CO → CO, Az^2, O, CO

→ CO, Az H — Az H^2, OH, CO → CO, H, Az, Az, C — CH^3, CO, O

9.10-*anthraquinone*-1.2-*quinonediazide*. — La 1-nitro-2-aminoanthraquinone se forme en aiguilles jaunes (P. F. $= 310°$). Quand on traite ce corps comme son isomère, on obtient de la 1-nitro-2-diazoanthraquinone en aiguilles jaunes. En procédant comme auparavant il se forme des paillettes rouges d'anthraquinone-1.2-quinonediazide. Les propriétés de ce corps sont très semblables à celles de son isomère.

Substance $= 2^{g},039$; Az $= 0^{cm^3},1480$; $t = 19°$; $B = 747^{mm}$.

	Az pour 100.
Calculé pour $C^{14}H^5O^3Az^2 + 3/4\ C^4H^6O^3$........	8,59
Trouvé....................................	8,34

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'isobornéol actif.* Note de MM. **G. Vavon** et **P. Peignier**, transmise par M. Moureu.

En vue d'une étude comparée du bornéol et de l'isobornéol actifs ainsi que de leurs dérivés, nous avons été amenés à préparer d'assez grandes quantités d'isobornéol.

Le procédé classique de préparation de ce corps dû à Montgolfier [1] consiste à réduire le camphre par le sodium, carbonater le mélange camphre, bornéol et isobornéol sodés par un courant de CO^2, décomposer par l'eau et recueillir l'isobornéol dans les dernières fractions du produit hydrolysé. Les rendements sont faibles : ainsi Montgolfier a obtenu 5^g d'isobornéol pur à partir de 1500^g de camphre.

Nous avons cherché un procédé de préparation plus pratique et nous y sommes arrivés par deux voies différentes : 1° à partir du chlorhydrate de pinène; 2° par hydrogénation catalytique du camphre.

Premier procédé. — Le magnésien du chlorhydrate de pinène donne par oxydation un mélange de bornéol et d'isobornéol, la proportion de celui-ci pouvant atteindre environ 50 pour 100 quand on oxyde le magnésien à basse température [2]. Pour retirer l'isobornéol de ce mélange, on fait le dérivé sodé *à froid* que l'on traite par l'anhydride phtalique. Le mélange de phtalate est soumis à une *saponification partielle* par la soude aqueuse à température peu élevée (40°). Dans ces conditions le *phtalate de bornyle se saponifie beaucoup plus vite que son isomère.* Ainsi un mélange de 45 parties de phtalate d'isobornyle et de 55 de bornyle saponifié partiellement (56 pour 100) conduit à un mélange contenant environ 88 pour 100 de phtalate d'isobornyle et 12 pour 100 de phtalate de bornyle.

Après avoir ainsi enrichi le mélange en phtalate d'isobornyle, on termine la purification par une série de cristallisations dans l'alcool aqueux à 65 pour 100. Il suffit ensuite de saponifier le phtalate pour obtenir l'isobornéol.

Voici les quantités successives de produits obtenus dans cette suite de réactions :

3^{kg} de chlorhydrate → 1800^g du mélange d'alcools → 3^{kg} du mélange de phtalates → 1200^g de phtalate enrichi à 85 pour 100 d'isobornyle → 400^g de phtalate d'isobornyle pur → 200^g d'isobornéol.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, **14**, 1878, p. 23.

(2) Vavon et Berton, *Bulletin de la Société chimique de France*, 4e série, **33**, 1923, p. 218.

Le phtalate contenu dans les eaux mères de cristallisation peut d'ailleurs être traité à nouveau.

Deuxième procédé. — L'hydrogénation catalytique du camphre, quoique difficile, peut être réalisée par un noir de platine très actif, en milieu acétique. Il se fait un mélange d'alcools contenant environ $\frac{9}{10}$ d'isobornéol et $\frac{1}{10}$ de bornéol; mais à cette première réaction se superpose une hydrogénation de l'isobornéol en carbure saturé $C^{10}H^{18}$.

L'hydrogénation ne présente pas d'arrêt net : assez rapide au début, elle se ralentit beaucoup après fixation d'une molécule d'hydrogène; elle peut néanmoins se poursuivre jusqu'à fixation de près de deux molécules d'hydrogène. Le carbure se forme surtout en fin de réaction : on s'en rend compte par la variation du pouvoir rotatoire au cours de l'expérience.

Voici les résultats d'une hydrogénation faite sur 5^g de camphre dans 50^{cm^3} d'acide acétique en présence de 5^g de platine (la molécule d'hydrogène correspondant à 830^{cm^3} dans les conditions de l'expérience) :

Volume d'hydrogène...	—0	250	500	750	1000	1250	1500	1610
α_{578}................	+135	+72	+12	—35	—60	—45	—20	—8

Les rotations sont mesurées sous 5^{cm} et exprimées en minutes.

Le camphre *droit* se transforme donc en un mélange riche en isobornéol fortement *gauche*, puis celui-ci donne peu à peu un carbure *faiblement* gauche, d'où l'existence du minimum dans la rotation.

Pour préparer l'isobornéol, on arrête l'hydrogénation après fixation de $1^{mol}\,1/3$ environ, on fait le dérivé sodé, puis le phtalate qu'on purifie par une série de cristallisations.

Constantes physiques des corps de départ. — Chlorhydrate de pinène d'Alep : $f = 126°$, $[\alpha]_{578} = -35°$ (dans l'éther, $c = 0{,}042$).

Camphre : $[\alpha]_{578} = -45°$ (dans l'alcool absolu, $c = 0{,}05$).

Pouvoirs rotatoires des corps obtenus (dans l'alcool absolu, $c = 0{,}05$) :

	A partir du chlorhydrate.	A partir du camphre.
Phtalate d'isobornyle....	$[\alpha]_{578} = -82°$	$[\alpha]_{578} = -85°20'$
Isobornéol..............	$[\alpha]_{578} = -34°$	$[\alpha]_{578} = -35°40'$

Les produits dérivant du camphre sont un peu plus actifs que les produits dérivant du pinène d'Alep. Ceci peut s'interpréter par une légère racémisation de pinène, racémisation déjà signalée par MM. Dupont et Desalbres [1], puis par M. Delépine [2].

[1] *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **33**, 1923, p. 1252.

[2] *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **35**, 1924, p. 1469.

SISMOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre des Pyrénées du 22 février 1924. Discussion sur l'épicentre.* Note de M. **E. Rothé**, présentée par M. Bigourdan.

Le séisme qui s'est produit le 22 février à $15^h 32^m 35^s$ a été ressenti en France dans la plupart des départements du SW, comme celui du 10 juillet 1923 (¹), et en Espagne, d'après M. A. Rey Pastor, dans la haute vallée de l'Aragon (²). Comme l'ont montré les études précédentes des séismes pyrénéens (³), il existe des îlots *aséismiques* où le degré est très faible, presque sans secousse, tandis que dans des localités toutes voisines des lézardes se produisent dans les murs : le travail actuel confirme la forme compliquée et tourmentée des *isoséistes*. Le séisme de 1924 se caractérise par une région pléistoséiste mieux localisée : les dégâts les plus importants, correspondant aux degrés VI-VII de l'échelle internationale, sont constatés dans la région comprise entre les gaves de Pau et d'Ossau, depuis Nay au nord jusqu'au massif au sud, et intéressant à la fois les Basses-Pyrénées avec Nay, Arthez d'Asson, Arudy, et les Hautes-Pyrénées avec les cantons d'Argelès et d'Aucun.

Grâce à l'enquête faite par les préfectures (⁴) et en particulier celle des Hautes-Pyrénées, qui a bien voulu retourner au bureau central des questionnaires remplis par la presque totalité des communes, on a pu estimer que les isoséistes VI et VII englobent la région précédente où l'on a constaté des chutes de cheminées, des lézardes et même par endroits l'écroulement de vieilles bâtisses. Les directions de la secousse, indiquées par quelques observateurs avec une précision suffisante et les renseignements macroséismiques, nous conduisent à placer le foyer dans le massif du Pic du Midi d'Ossau, près de la frontière espagnole, conclusion d'accord avec celle que M. Rey Pastor a tirée de l'étude en terrain espagnol.

L'étude microséismique conduit au même résultat et permet aussi de se faire une idée de la profondeur du foyer.

(¹) *Annu. Inst. phys. Globe*, Strasbourg, 1923, 2ᵉ Partie, p. 77-98.

(²) *Iberica*, Año XI, p. 303.

(³) O. Mengel, *Les tremblements de terre de novembre 1920 dans les Pyrénées, leur relation avec la géotechnique* (*Annu. Inst. phys. Globe*, Strasbourg, 1920, 2ᵉ Partie, p. 39-43).

(⁴) Cette enquête paraîtra *in extenso* dans l'*Annuaire Inst. phys. Globe*, Strasbourg, 1924.

Je n'utiliserai d'abord que les stations munies de séismographes les plus proches, Observatoire del Ebro (Tortosa), Observatoire Fabra (Barcelone) et station de Tolède du service géographique espagnol.

En me servant des heures de début de la phase P_n normale inscrite par ces trois stations et après des tâtonnements préliminaires, j'ai adopté comme épicentre le point de coordonnées $\varphi = 42^\circ 50' N$, $\lambda = 0^\circ 30' W$. La distance de Tortosa, où le début est à $15^h 33^m 11^s$, est 243^{km}. Pour adopter une heure origine, on peut faire diverses hypothèses sur la profondeur du foyer et s'appuyer sur la théorie et les tables de A. Mohorovicic (¹).

Profondeur............	0	25^{km}	45^{km}	57^{km}
Heure d'origine........	$32^m 27^s$	$32^m 35^s$	$32^m 41^s$	$32^m 44^s$

Les durées de trajet connues permettent alors de calculer, pour chaque profondeur, les heures d'arrivée à Barcelone et à Tolède :

	Barcelone. (Heure observée O : $33^m 16^s$).			Tolède. (Heure observée O : $33^m 40^s$).		
Profondeur.	Durée de trajet.	Heure calculée C.	O. — C.	Durée de trajet.	Heure calculée C.	O. — C.
km	m s	m s		m s	m s	
0....	0.49	33.16,5	—0,5	1.11,6	33.38,6	+1,4
25....	0.40,5	33.15,5	+0,5	1.02	33.37	+3
45....	0.34	33.15	+1	0.56	33.37	+3
57....	0.31	33.12	+4	0.52,5	33.37	+3

Pour Barcelone, station très proche, les écarts augmentent avec la profondeur : l'épicentre n'est donc pas profond. On peut utiliser une autre donnée : la station météorologique de Bagnères-de-Bigorre a indiqué comme heure de la secousse $15^h 32^m 45^s$; cette heure présente peut-être un léger retard, mais n'est *certainement pas en avance*. Or le calcul donne pour Bagnères-de-Bigorre les heures d'arrivée suivantes :

Profondeur.	Durée de trajet.	Heure C.	O.—C.
m	m s	m s	
0................................	0.10,6	32.38	+7
25................................	0.06,9	32.42	+3
45................................	0.04,1	32.45	0
57................................	0.04,4	32.49	—4

(¹) *Union géodésique et géophysique internationale : Section de séismologie* (Publications du Bureau central, série A, travaux scientifiques, fasc. 1, 1924, p. 17-59, et fasc. 3, 1925, p. 1-59. Tables de A. Mohorovicic).

L'avance de 4 secondes pour la profondeur 57^{km} est inadmissible : on est conduit à éliminer les profondeurs supérieures à 40^{km}.

Enfin on peut utiliser une donnée de station lointaine, celle de Zürich munie d'un instrument à grande masse qui annonce les P_n à l'heure

$$O = 15^h 34^m 25^s.$$

La distance est de 875^{km} et le calcul conduit, pour les diverses profondeurs, aux nombres suivants :

Profondeurs............	0	25^{km}	45^{km}	57^{km}
Heures de début C........	$15^h 34^m 39^s$	$15^h 34^m 31^s$	$15^h 34^m 25^s$	$15^h 34^m 22^s$
Écarts O. — C	—14	—6	0	+3

C'est donc pour la profondeur 45^{km} que l'heure d'arrivée serait exacte à Zürich.

A Strasbourg, les P_n n'ont pas été inscrits, cas fréquents pour les séismes faibles; les S sont encore faiblement visibles, mais à l'heure calculée $15^h 36^m 10^s$. Les $R_s \overline{S}$ et les $R_{s^2} \overline{S}$ doivent se produire à $15^h 37^m 6^s$ et $15^h 37^m 13^s$. On sait que pour les distances de cet ordre ces phases coïncident sensiblement avec l'impetus *i*M de la phase maxima : c'est bien ce que l'on constate sur les inscriptions Galitzine de Strasbourg. La belle concordance entre les observations de ces diverses stations, l'accord entre les données microséismiques nous conduit à accepter comme épicentre *le massif du Pic du Midi d'Ossau avec une profondeur de l'hypocentre comprise entre* 20 *et* 40^{km}.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'application à la météorologie du cycle astronomique de* 744 *années*. Note de M. **Gabriel**, présentée par M. Bigourdan.

Dans une Note précédente, j'ai fait pressentir l'application à la météorologie du cycle astronomique de 744 ans, de la période de 372 ans et de la semi-période de 186 ans. La vérification de cette hypothèse est difficile, les observations météorologiques, même limitées à la température et à la pluie, atteignant à peine deux siècles. Les seuls phénomènes notés par les historiens sont les hivers très froids et les étés très chauds. Arago (1) a reconstitué une liste des saisons extraordinaires signalées au cours des différents siècles. Cette liste, évidemment incomplète, fournit cependant

(1) *Notices scientifiques*, 5, p. 244 à 487.

une mine précieuse de documents. Or la comparaison des dates fait ressortir non seulement le cycle de 744 années, mais aussi la période de 372 années et même généralement celle de 186 années. On constate souvent, dans les intervalles, une différence d'une année en plus ou en moins; cependant, dans l'ensemble, les coïncidences sont remarquables.

Les plus grands hivers, subis depuis deux siècles, correspondent aux années 1740, 1776, 1789, 1795, 1830, 1871, 1880, 1891, 1895, 1917. Chacun de ces hivers appartient à une série que nous donnons avec les intervalles constatés entre les dates.

Série	Dates	Intervalles
1re série.	995, 1553, 1740	186 +372, 187
2e série.	1403, 1590, 1776	187, 186
3e série.	859, 1603, 1789	744, 186
4e série.	864, 1236, 1422, 1608, 1795	372, 186, 186, 187
5e série.	1272, 1458, 1830	186, 372
6e série.	940, 1126, 1499, 1684, 1871	186, 373, 185, 187
7e série.	764, 1323, 1508, 1694, 1880	372 +187, 185, 186, 186
8e série.	1333, 1518, 1891	185, 373
9e série.	964, 1150, 1523, 1709, 1895	186, 373, 186, 186
10e série.	801, 988, 1359, 1544, 1917	187, 371, 185, 373

Parmi les étés les plus chauds, on cite particulièrement ceux des années 1793, 1811, 1846, 1893 et 1911. Nous retrouvons la même périodicité que pour les hivers.

Série	Dates	Intervalles
1re série.	1422, 1608, 1793	186, 185
2e série.	1251, 1624, 1811	373, 187
3e série.	1102, 1288, 1473, 1846	186, 185, 373
4e série.	1522, 1707, 1893	185, 186
5e série.	1540, 1726, 1911	186, 185

Beaucoup d'autres exemples pourraient être signalés qui ne peuvent trouver place dans cette Note. Il est en particulier très intéressant de constater que presque tous les hivers, signalés par Arago du VIIIe au XIIe siècle, ont leur correspondant après 744 années environ du XVe au XIXe siècle. Une telle série de coïncidences ne peut être l'effet du hasard et il semble logique

de conclure à un parallélisme du cycle astronomique et de la circulation générale de l'atmosphère terrestre.

Si l'hypothèse est exacte, nous devrions subir prochainement un grand hiver. Il serait le correspondant, après 186 ans, de celui de 1740, et après 373 ans de celui de 1553. L'hiver de 1740 occupa les mois de janvier et de février; s'il fut peu rigoureux dans le Midi, il fut très froid dans le nord de la France et surtout en Angleterre. Le Seine et la Tamise furent prises pendant de longues semaines et les ponts de Rouen furent enlevés par la débâcle des glaces. L'hiver de 1552-1553 éprouva terriblement les soldats de Charles-Quint pendant le fameux siège de Metz. Subirons-nous en 1926 le retour périodique de ces grands hivers? Un avenir prochain nous dira si l'hypothèse se justifie.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les faisceaux de rebroussement dans la coupe florale de certaines Rosacées.* Note de M[lle] **G. Bonne**, présentée par M. H. Lecomte.

L'étude anatomique de la coupe florale des Rosacées fut au siècle dernier intimement associée à la controverse retentissante qui naquit entre les botanistes au sujet de l'origine axiale ou appendiculaire des ovaires infères. L'intérêt de ce problème nous paraît aujourd'hui bien amoindri du fait que l'existence propre d'un axe et son indépendance vis-à-vis des appendices est elle-même très contestée.

Van Tieghem (¹) maintenait la conception réceptaculaire de la coupe florale pour le seul genre *Rosa*, en raison de la disposition récurrente des faisceaux de cet organe, qui lui donne le caractère d'un axe invaginé.

Plus récemment, Boutineau (²), reprenant l'étude de la Rose (*Rosa Brunnoniana*), rectifiait la description de Van Tieghem, corroborée par G. Bonnier (³).

Nos propres recherches dans trois autres espèces de Rosa (*Rosa canina, alpina, spinosissima*) ont vérifié à peu de détails près les affirmations de

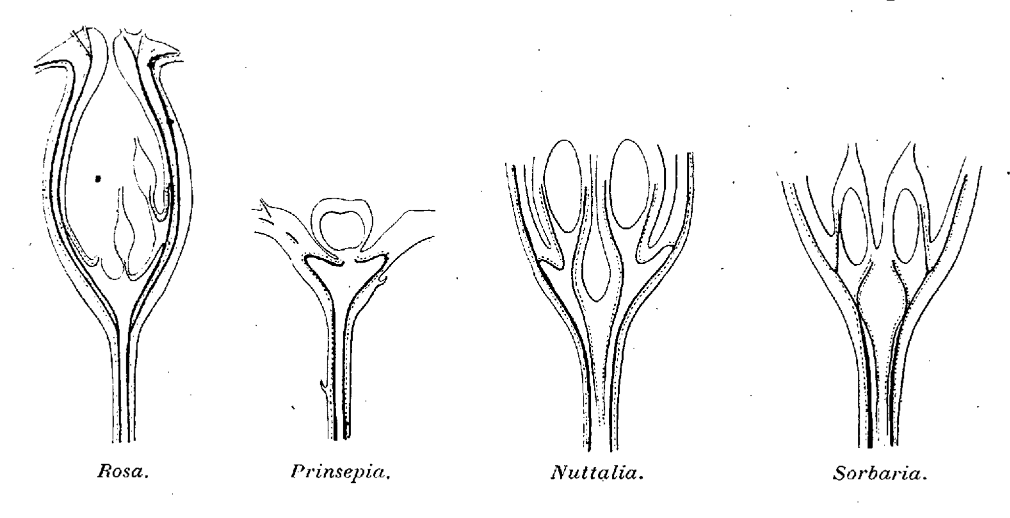
(¹) Van Tieghem, *Anatomie de la rose et en général caractères anatomiques des axes invaginés* (*Bull. Soc. bot. Fr.*, 25, 1878, p. 309).

(²) Boutineau, *De la fleur des Rosacées; contribution à l'étude des ovaires infères*, Thèse École Pharmacie, Paris, 1883.

(³) Bonnier, *Anatomie de la rose à prolifération centrale* (*Bull. Soc. bot. Fr.*, 28, 1881, p. 328).

Boutineau. De plus, nos études poursuivies sur un grand nombre de genres exotiques nous ont fait découvrir que ces traces carpellaires récurrentes n'étaient pas l'apanage exclusif de la Rose. Nous avons retrouvé une structure analogue dans deux genres aberrants de Prunoïdées : le *Prinsepia utilis* et le *Nuttalia cerasiformis*.

La coupe florale de *Prinsepia* présente en section longitudinale, vers sa moitié ou vers son tiers inférieur, un rebroussement des faisceaux d'une netteté bien plus constante que chez la Rose. Cela tient à ce que les faisceaux récurrents étant moins distants et ayant un trajet plus long, la section les intéresse presque toujours, ce qui n'est pas le cas dans *Rosa*. En revanche les sections transversales ne nous montrent que sur un espace très court le cercle interne de faisceaux à bois périphérique, et ceci tient au fait que la coupe florale de *Prinsepia* étant presque rotacée, la direction des faisceaux récurrents est presque horizontale. A vrai dire, ce ne sont pas deux cercles concentriques de faisceaux que l'on observe à ce niveau, mais deux croissants latéraux par rapport au plan de symétrie du carpelle dans la région supérieure des recourbements, ou, si l'on observe plus bas, un seul croissant unilatéral embrassant par sa concavité la suture placentaire du carpelle. Comme dans *Rosa*, ce sont uniquement



Rosa. *Prinsepia.* *Nuttalia.* *Sorbaria.*

les traces carpellaires qui se recourbent; les 10 faisceaux du périanthe, bien que situés sur le même cercle que les autres, poursuivent leur course vers le haut sans participer au rebroussement. A l'encontre de *Rosa* dont le cas est exceptionnel, les traces staminales se détachent comme dans la plupart des *Rosacées* des faisceaux du périanthe et non des traces carpel-

laires. On voit par ce qui précède que la coupe florale de *Prinsepia* est à sa base nettement réceptaculaire : il était d'ailleurs facile de le prévoir à la présence de minuscules bractées (1 à 3) qui se détachent de cette coupe.

Le cas de *Nuttalia* est plus compliqué. Dans cette plante, dont les fleurs sont polygames-dioïques, les sections longitudinales de la fleur femelle nous montrent une origine différente pour les traces des nervures médianes des carpelles et pour les traces placentaires à situation plus centrale. Les premières proviennent d'un rebroussement des faisceaux de la coupe florale qui apparaît à peu près à la hauteur de l'insertion carpellaire. Tandis qu'au point culminant de la courbe se détache le faisceau ascendant du sépale et des étamines correspondantes, la branche récurrente suivant un trajet horizontal, à peine incliné vers le bas, se redresse bientôt pour pénétrer dans la partie dorsale du carpelle. Les traces placentaires semblent avoir pour origine des faisceaux qui apparaissent dans la moelle du pédoncule floral exactement au-dessus des bractées et qui sont de toute évidence homologues de ceux que nous avons décrits précédemment [1] dans les genres *Exochorda*, *Sorbaria*, *Pirus*, etc. Chez *Nuttalia* ces faisceaux semblent monter directement dans les placentas sans prendre contact avec les faisceaux normaux ni en haut ni en bas. Mais si l'on observe des préparations passant dans des plans différents de ceux des placentas et de la nervure médiane, on peut distinguer souvent un raccord assez net à la partie supérieure entre ces faisceaux médullaires à bois périphérique et les faisceaux récurrents. Cela nous fait penser qu'ils ne sont peut-être, eux aussi, que des traces récurrentes prolongées dans le pédoncule et dont la partie la plus inférieure serait l'extrémité et non l'origine. Ainsi s'expliquerait la position externe du bois de ces faisceaux, l'atténuation progressive du nombre de leurs éléments de haut en bas et l'impossibilité où nous avons été pour la plupart d'entre eux de trouver leur origine inférieure dans le cercle libéro-ligneux normal. La signification de ces traces, si notre hypothèse se trouvait confirmée, pourrait être leur destination à des carpelles inférieurs disparus au cours de la phylogénie par suite d'une concrescence des parois internes les plus basses de la coupe florale.

---

(1) G. Bonne, *Sur la présence de liber interne chez quelques Rosacées* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 687).

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de l'état hygrométrique et de la submersion sur la forme et la structure des Mousses.* Note de M. **Ad. Davy de Virville**, présentée par M. Molliard.

J'ai déjà montré que la lumière et la température modifiaient beaucoup la forme et la structure des Mousses. Je vais maintenant mettre en évidence l'action d'un troisième facteur qui, dans la nature, varie en même temps que les deux autres : l'état hygrométrique de l'air.

Pour étudier l'action de l'humidité atmosphérique j'ai placé les Mousses, à une lumière optimum pour leur développement, et à la température ordinaire, dans une étuve dont l'air était continuellement desséché par du chlorure de calcium, en sorte que l'état hygrométrique était à peu près constamment égal à 85. Dans ces conditions, les feuilles de Polytric se sont repliées et rapprochées de la tige; celles du *Mnium undulatum* se sont fortement crispées : mais je n'ai pu obtenir le développement d'aucune tige nouvelle. Les Mousses saxicoles telles que le *Rhacomitrium lanuginosum* résistent mieux que les Mousses palustres; mais, d'une manière générale, la dessiccation de l'air arrête complètement le développement de toutes les espèces.

Inversement j'ai placé, toutes conditions égales d'ailleurs, diverses Mousses en atmosphère saturée. Dans ces conditions, le développement est en général 2 à 3 fois plus considérable que dans la nature. Les tiges sont beaucoup moins ramifiées : par exemple, le *Thyidium tamariscinum* présente normalement des tiges 3 fois divisées; en atmosphère saturée, elles ne le sont plus que 2 fois, comme chez le *Th. abietinum*, espèce voisine dont c'est précisément le caractère distinctif. Si l'on examine la structure anatomique des tiges développées en atmosphère saturée, on constate que ces tiges sont un peu plus épaisses que dans la nature; mais que l'épiderme et l'hypoderme sont moins différenciés. Surtout on remarque l'abondant développement des rhizoïdes qui, chez l'*Aulacomnium palustre*, par exemple, forment autour de la tige un manchon brunâtre tout à fait anormal. Les feuilles toujours écartées de la tige, et plus espacées que normalement, sont réduites d'un tiers environ. Elles sont moins dentées et d'un vert plus clair : car les chloroplastes sont moins nombreux et moins riches en chlorophylle. De même, les papilles sont moins développées. La transition de la marge au limbe est insensible au lieu d'être brusque comme dans la nature (*Mnium undulatum*). La taille des cellules du limbe ne change pas beaucoup, mais

les épaississements des membranes disparaissent ou sont très atténués : si bien que les cellules à lumen arrondi deviennent polygonales. Le *Rhacomitrium lanuginosum* ne présente plus à l'extrémité de ses feuilles le poil blanc qui a valu son nom à cette espèce. Toutes les Mousses ne sont pas également sensibles à l'action de l'état hygrométrique. Ainsi le *Leucobryum glaucum*, quoiqu'il présente une structure anatomique différenciée en vue de retenir l'eau atmosphérique, ne se développe pas dans ce milieu, ou ne s'y transforme pas.

J'ai déjà signalé à l'Académie les effets produits par la submersion sur une Muscinée hygrophile, l'*Hypnum commutatum*. On peut dire que le milieu aquatique n'est qu'une modalité exagérée du milieu atmosphère saturée : l'eau étant fournie à l'état liquide dans le premier cas, et à l'état de vapeur dans le second. De fait j'ai constaté que les modifications produites sur les Mousses par la submersion s'exerçaient dans le même sens que celles qui sont déterminées par la saturation de l'atmosphère : elles sont seulement plus accentuées. Naturellement, j'ai établi mes cultures dans les mêmes conditions que précédemment : mais il faut remarquer que la température a forcément été plus constante, oscillant entre 13° et 20° tout au plus, vu la grande chaleur spécifique de l'eau. Dans ces conditions, le développement de la plupart des espèces est 3 à 4 fois plus considérable que dans la nature. Le diamètre des tiges est réduit d'un quart au moins, parfois de moitié (*Mnium undulatum*). Les cellules de l'épiderme et de l'hypoderme sont à peine épaissies et ces tissus présentent une grande réduction. Il en résulte que les tiges sorties de l'eau sont trop grêles pour se tenir droites d'elles-mêmes. Les ramifications latérales des divers *Hypnum* ne se développent plus. Il y a encore des rhizoïdes sur les tiges de quelques espèces, mais ils sont moins abondants qu'en atmosphère saturée. Les feuilles ne sont plus appliquées contre la tige. L'acumen des *Hypnum molluscum* ou *purum* n'est plus recourbé au dehors; les feuilles de l'*H. squarrosum* ne présentent plus du tout ce caractère. Dans l'eau, les feuilles sont 2 à 3 fois plus petites : parfois même elles changent de forme, deviennent orbiculaires et concaves, caractère propre aux espèces naturellement aquatiques. Leur denticulation est atténuée ou disparaît. La taille des cellules ne varie pas beaucoup, mais les membranes perdent tous leurs épaississements; et, par suite, leurs perforations disparaissent. Les oreillettes des feuilles sont elles-mêmes modifiées; il en est de même de la marge lorsqu'elle existe. Enfin les chloroplastes, souvent plus volumineux, sont moins nombreux et

pauvres en chlorophylle : d'où la teinte vert pâle des tiges et des feuilles.

Si l'on submerge des tiges propagulifères d'*Aulacomnium androgynum*, on voit les propagules germer sur la plante même et donner des houppes radiées de filaments protonémiques peu ramifiés, d'un vert clair, qui se détachent ultérieurement et viennent nager dans le liquide.

En résumé, il y a certainement plus de différence entre les formes que revêt la même espèce dans les différents milieux que nous avons étudiés jusqu'ici, qu'il n'y en a dans la nature entre des formes considérées comme espèces distinctes. Ces résultats montrent donc, comme je l'ai dit, l'importance de l'action du milieu pour la formation et l'évolution des espèces.

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence de la réaction du sol sur l'absorption du phosphore et du potassium en présence de divers engrais phosphatés.* Note de MM. **Antonin Němec** et **Mihovil Gračanin**, présentée par M. A.-Th. Schlœsing.

L'acide phosphorique de divers engrais phosphatés subit, après mélange avec le sol, des changements considérables. Selon la nature du sol, il devient soit plus, soit moins soluble au bout de quelque temps. Dans les terres tourbeuses, son insolubilisation est moins grande ([1]). Au contraire, l'addition de carbonate de chaux rend l'acide phosphorique des engrais moins accessible aux racines des plantes.

Dans la présente étude, nous avons cherché à mesurer l'absorption, par les plantes, de l'acide phosphorique de divers engrais dans des conditions différentes de réaction du sol. Dans ce but, nous avons semé 100 graines de seigle dans un cristallisoir à fond plat, contenant 100^g de sol additionnés de 0^g,05 d'acide phosphorique de divers engrais phosphatés et 200^g de sable pur débarrassé, par des lavages répétés à l'acide chlorhydrique et à l'eau, des éléments nutritifs. Après 18 jours de végétation, nous avons déterminé les quantités de phosphore et de potasse contenues dans les racines et dans les tiges des plantules récoltées. Dans des expériences témoins, nous nous sommes servis de plantes poussées sur du sable pur et sur le même sable mélangé avec du sol non additionné d'engrais. Les

---

([1]) Wolkoff, *Soil Science*, 17, 1924, p. 39.

résultats rassemblés dans les tableaux suivants représentent l'excès de phosphore (Tableau I), ou de potassium (Tableau II), des récoltes obtenues avec le sol additionné ou non d'engrais sur le phosphore ou le potassium des récoltes obtenues avec le sable pur.

I. — *Absorption du phosphore.*

	Poids moyen de phosphore, en milligrammes.		
Concentration d'ions hydrogène du sol en P_H ..	5,0	6,2	7,1
Sol sans engrais	— 3,76	1,40	1,51
Superphosphate	14,55	14,80	6,51
Phosphate minéral de Constantine	13,33	8,22	4,24
Poudre d'os dégélatinés	8,36	8,80	7,46
Phosphates réformé neutre (Reitmeir)	10,33	7,53	4,72
	8,68	3,19	6,38
Tétraphosphate	7,59	2,87	1,28

On voit par ces chiffres que les plantes de seigle ont absorbé, sur les sols acides, beaucoup plus d'acide phosphorique du superphosphate que sur le sol neutre. Le phosphate minéral de Constantine, insoluble dans l'eau, a donné lieu à une absorption plus élevée à mesure que la réaction du sol était plus acide. Les résultats ont été du même ordre avec des phosphates demi-décomposés (phosphate réformé de *Reitmeir* et phosphate neutre) et avec le tétraphosphate italien.

On notera que l'excès de phosphore défini plus haut a été négatif avec la terre la plus acide ($P_H = 5,0$). Il en ressort que les racines du seigle excrètent les phosphates dans le sol, probablement comme matières tampons, dans le but de diminuer l'acidité défavorable de la rhizosphère du sol [Fisher (¹)].

Les résultats concernant l'assimilation du potassium par les plantules de seigle sont consignés dans le Tableau II.

(¹) J. Fisher, *Journ. of Agric. Science*, 11, 1921, p. 33.

II. — *Absorption du potassium.*

Concentration d'ions hydrogène du sol en P_H.	Sol sans engrais.	Super-phosphate.	Phosphate minéral de Constantine.	Poudre d'os dégélatinés.	Phosphates neutres réformés.		Tétra-phosphate.
5,0	16,02	22,78	14,29	15,30	16,31	16,60	11,78
6,2	9,41	22,73	9,89	16,94	16,26	12,58	10,67
7,1	5,02	17,86	8,01	18,05	16,12	19,88	15,98

Sur les sols acides, les plantes ont absorbé une quantité de potasse plus grande que sur la terre d'une réaction faiblement alcaline. Le superphosphate a fourni l'absorption la plus grande de potasse, surtout sur les terres acides.

En résumé, on voit par les résultats de nos expériences que la réaction du sol exerce une influence notable sur l'absorption des éléments nutritifs, phosphore et potassium, du sol et des engrais; cet effet est prononcé non seulement dans l'assimilation de l'acide phosphorique soluble du superphosphate, mais aussi dans celle des phosphates minéraux ou artificiels, qui se décomposent plus difficilement.

PROTISTOLOGIE. — *Les Ellobiopsidés se propagent par flagellispores.* Note [1] de M. R. Hovasse, transmise par M. F. Mesnil.

La famille des *Ellobiopsidæ* constitue un groupe de Protistes dont M. Caullery a fait connaître le premier type, parasite externe d'un Calanide pélagique (*Calanus helgolandicus* Claus). Coutière en a signalé ensuite plusieurs espèces parasites d'autres Crustacés. Dans tous les cas, les hôtes ne peuvent s'élever en laboratoire et le nombre des parasites est toujours limité. Aussi les travaux de ces deux auteurs n'ont-ils pu fournir une étude complète de ces êtres ni renseigner avec certitude sur leur position systématique. A la suite de M. Caullery, les *Ellobiopsidæ* ont été néanmoins rapprochés des Péridiniens parasites, avec certains types desquels (*Apodinium* par exemple) ils présentent des analogies de forme.

---

[1] Séance du 20 juillet 1925.

Collin a découvert en 1913 un nouvel Ellobiopsidé, *Parallobiopsis Coutieri* sur un hôte facile à élever en laboratoire, *Nebalia bipes*. Aussi Collin a-t-il pu espérer que son espèce permettrait d'arriver à la connaissance de la position systématique et du cycle de la famille.

Ayant, en compagnie de G. Teissier, retrouvé cette forme, abondante certaines années sur les Nébalies du bassin de la Joliette à Marseille, j'ai repris son étude. Celle-ci s'est montrée compliquée. En effet, si les Nébalies vivent bien en captivité, il est pratiquement exceptionnel de suivre les parasites sur l'hôte vivant : le seul fait d'avoir observé quelques minutes une Nébalie entre lame et lamelle altère presque à coup sûr les tissus de son manteau et amène la mort des parasites. Néanmoins, j'ai eu à deux reprises la chance d'observer la sporulation. On sait de quelle importance est ce stade pour la plupart des parasites, la forme des spores étant généralement un des seuls caractères sur lesquels leur mode spécial de vie n'a pas d'action : c'est ainsi qu'elle permet de rattacher à coup sûr aux Péridiniens des formes parasites extrêmement aberrantes telles que les *Syndinium* Chatton.

Le parasite, tel que l'a décrit Collin, est constitué par une série d'articles dont le proximal est fixé à l'hôte par une ventouse, qui me paraît du reste se prolonger entre ses cellules par une sorte de suçoir. Les articles suivants sont de plus en plus développés à mesure que l'on se rapproche du distal qui est toujours le plus évolué. Quand l'animal va sporuler, cet article se renfle de plus en plus, tendant vers la forme sphérique. Son contenu où, sur le vif, on ne distingue tout d'abord que peu de détails, se partage en plusieurs centaines d'éléments qui s'individualisent à la périphérie de l'article. Là, polygonaux par pression réciproque, ils donnent à l'ensemble un aspect microscopique, rappelant celui d'un œil à facettes. Chaque élément va donner un spore : il perle à la surface, se pédiculise, devient piriforme, puis se détache. Il acquiert alors très vite une forme rigoureusement sphérique et s'échappe en tournoyant. Dans les conditions des observations, les mouvements rapides des spores n'ont duré que quelques minutes; puis certains éléments, en rotation lente sur les lames branchiales de l'hôte, ont paru se fixer.

La durée totale de la sporulation ne paraît pas dépasser une heure, ce qui explique qu'elle ait échappé à Collin.

Les spores vivantes ont un contenu presque homogène avec parfois cependant une petite vacuole. Elles possèdent un flagelle, antérieur dans la

progression, et qui me paraît unique. On n'y observe aucun tracé de sillon.

Parallobiopsis Coutieri se reproduit donc par flagellispores, mais dont la forme est si banale qu'elle ne permet pas, à elle seule, de rattacher cet être à un groupe déterminé de Flagellés. Cependant la forme même de ces éléments s'écarte nettement de celle des spores de Péridiniens. Remarquons que déjà Chatton, dans son travail sur les Péridiniens parasites, avait fait ressortir des différences entre les Ellobiopsidés et les formes nettement péridiniennes. Le fait que leurs spores ne sont certainement pas des dinospores vient accentuer encore cette différence.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Les propriétés immunisantes de l'anatoxine dysentérique.* Note de MM. **J. Dumas, G. Ramon** et **Saïd Bilal**, présentée par M. E. Roux.

Une culture en bouillon de bacille dysentérique Shiga laissée 15 jours à l'étuve à 37° est filtrée sur bougie Chamberland F. Ce filtrat, injecté à la dose de $\frac{1}{10}$ de centimètre cube dans les veines d'un lapin de 2^{kg}, le tue en 2 ou 3 jours; à l'autopsie de l'animal on observe les lésions de l'intoxication dysentérique. Nous ajoutons 4^{cm^3} d'aldéhyde formique (solution commerciale à 40 pour 100) dans un litre de cette toxine qui est alors laissée à l'étuve à 37° pendant 40 jours. Une injection intraveineuse de 10^{cm^3} de toxine ainsi traitée ne détermine chez le lapin aucun trouble pathologique, elle possède cependant des propriétés antigènes spécifiques. Nous injectons sous la peau d'un certain nombre de lapins $0^{cm^3},5$ de ce liquide, puis 8 jours après 1^{cm^3}. Seize jours après cette seconde injection les animaux supportent 8 doses mortelles de toxine dysentérique en injection intraveineuse, ou 6 doses mortelles d'une culture en bouillon de 24 heures de bacille de Shiga injectées sous la peau : la toxine dysentérique est donc transformée en anatoxine.

Depuis septembre 1924 [1] des chevaux ont été vaccinés par des injections de doses progressives de 10 à 500^{cm^3} d'anatoxine dysentérique, à 6 ou 8 jours d'intervalle. Le soir de l'injection l'animal a de la fièvre, de

---

(1) *Paris Médical*, 53, 1924, p. 480.

l'inappétence, et au point de l'inoculation apparaît un léger œdème qui se résorbe rapidement les jours suivants. On peut ainsi injecter progressivement à des chevaux jusqu'à des doses de 300 à 500$^{cm^3}$ d'anatoxine, alors que ces animaux supportent difficilement une dose de 50$^{cm^3}$ de toxine dysentérique. Le sérum des chevaux qui ont reçu l'anatoxine acquiert très rapidement des propriétés antitoxiques. De nombreux titrages effectués sur la souris nous ont montré que le sérum de ces animaux, à la dose de $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{300}$ et même $\frac{1}{400}$ de centimètre cube, neutralise une quantité de toxine correspondant à 6 doses mortelles.

L'anatoxine dysentérique détermine la production des anticorps immunisants chez le lapin et le cheval, il était naturel de se demander s'il en est de même chez l'homme.

Trois sujets ont reçu une injection de 1$^{cm^3}$ d'anatoxine sous la peau de la face externe de la cuisse. Une légère réaction inflammatoire locale apparaît après 24 heures chez l'un et 48 heures chez les deux autres. Au point d'inoculation la peau est légèrement rouge et le tissu cellulaire sous-cutané un peu œdematié. La douleur est peu marquée, la température est normale, la réaction générale nulle. Après 3 jours ces légers symptômes inflammatoires s'amendent et disparaissent rapidement (¹). Quinze jours après cette injection le sérum de ces sujets possède des propriétés antitoxiques manifestes : $\frac{2}{10}$ de centimètre cube neutralisent, suivant les sujets, une à trois doses mortelles pour le lapin; dans les mêmes conditions le sérum humain normal est sans action.

Ces faits expérimentaux nous permettent donc d'envisager l'essai de la vaccination de l'homme avec l'anatoxine dysentérique.

La séance est levée à 15^{h}30^{m}.

A. Lx.

(¹) Un des sujets a reçu, quinze jours après la première, une deuxième injection de 1$^{cm^3}$ et n'a présenté aucune réaction locale ou générale.

ERRATA.

(Séance du 29 juin 1925.)

Note de M. *Vernadsky*, Sur la pression de la matière vivante dans la biosphère :

Page 2080, ligne 2, *au lieu de* (bactérie-géante) [1], *lire* de la bactérie [1] à l'éléphant; ligne 17, *au lieu de* Slatov, *lire* Slater.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de juin 1925.

Dictionnaire de botanique, par C.-L. Gatin. Paris, Paul Lechevalier, 1924; 1 vol. 18cm,5.

Mémorial des sciences mathématiques. Fasc. IV : *Esquisse d'ensemble de la nomographie*, par Maurice d'Ocagne. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925.

Topographie, méthodes, instruments, par Eugène Prévot et O. Roux. Paris, Dunod, 1925; 2 vol. 18cm,5. (Présentés par M. Charles Lallemand.)

Union géodésique et géophysique internationale; Section de sismologie; seconde assemblée générale de Madrid, octobre 1924. *Rapport sur l'organisation du Service sismologique en Espagne*, par Eduardo Torallas Tondo. Madrid, ateliers de l'Institut géographique, 1924; 1 vol. 24cm. *Comptes rendus de la IIe Conférence réunie à Madrid du 1er au 8 octobre* 1924, rédigés par E. Rothé. Toulouse, Édouard Privat, 1925; 1 vol. 25cm. (Présentés par M. Charles Lallemand.)

Conférence faite le 4 octobre 1923 à la Faculté de médecine de Buenos-Aires sous la présidence de Jules Iribarne : *Vision de la Fovéa et de la circulation rétinienne*, par E.-P. Fortin. Buenos-Aires, Isely et Darre, 1923; 1 fasc. 23cm.

La crise monétaire et son remède, par Charles Lallemand. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924; 1 fasc. 21cm,5.

Veut-on relever le franc? par Charles Lallemand. (Extrait de la *Revue politique et parlementaire* du 10 octobre 1924.) Paris, *Revue politique et parlementaire*, 1924; 1 fasc. 23cm,5.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AOUT 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Fr. Nušl**, Directeur de l'Observatoire de Prague, et à M. **Boh. Mašek**, Premier Astronome au même Observatoire, qui assistent à la séance.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production d'un sérum expérimental préventif du typhus exanthématique. Étapes et solution du problème.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **E. Conseil**.

1. Le sérum des malades convalescents de typhus exanthématique présente, ainsi que nous l'avons démontré, des propriétés préventives très nettes. Ces propriétés ont été utilisées, avec un succès constant, pour la prévention du typhus dans l'entourage des malades, en particulier chez les personnes trouvées porteuses de poux ou piquées par ces insectes.

La méthode de prophylaxie de la rougeole par l'emploi du sérum de convalescents a été une application de ce que nous avait enseigné l'étude du typhus. On sait les résultats utiles qu'elle donne en pratique.

2. L'inconvénient de ces méthodes est la nécessité où l'on s'est trouvé, jusqu'à présent, de s'adresser, comme fournisseur de sérum, à l'homme. La prévention des deux maladies nécessite l'existence préalable de cas humains.

Il était indiqué de chercher si l'on ne pouvait pas substituer à l'homme un animal susceptible, après infection expérimentale, de produire des anticorps préventifs. Or, en ce qui concerne le typhus dont il sera seulement

question dans cette Note, les animaux reconnus sensibles étaient, jusqu'à présent, de trop petite taille pour qu'on puisse songer à les substituer à l'homme.

3. La connaissance récente des infections inapparentes (Ch. Nicolle et Ch. Lebailly) a permis d'étendre le nombre des espèces sensibles au typhus. L'espoir qu'on pouvait former d'utiliser ces animaux (ou d'autres) pour la production d'un sérum préventif a été déçu. L'infection inapparente est une forme trop bénigne de la maladie pour donner naissance à des propriétés préventives appréciables. L'exemple du rat le démontre.

La seule ressource, dans ces conditions, était de découvrir un procédé qui permît, chez un animal de forte taille, de transformer l'infection inapparente habituelle en infection fébrile plus sévère, se rapprochant du typhus du cobaye, lequel est suivi de la production d'anticorps préventifs utilisables.

4. L'*âne* semble réfractaire au typhus. Nous avons reconnu qu'il pouvait être infecté sous forme de maladie inapparente. Le typhus inapparent de l'âne ne s'accompagne pas de la virulence du sang; mais le cerveau de l'animal est virulent. Cette minime maladie n'est pas suivie de la production de propriétés préventives évidentes.

On peut donner à l'âne un typhus fébrile en choisissant, pour l'inoculation, la voie veineuse et en répétant les injections (de cerveaux de cobayes infectés) pendant quelques jours, ou mieux en pratiquant l'inoculation dans le cerveau même de l'âne. L'inoculation intracérébrale infecte le rat; mais, pas plus que la péritonéale, ne lui donne un typhus fébrile. Le typhus chez le rat, même après 12 passages, reste du type inapparent.

Le typhus fébrile de l'âne est comparable à celui du cobaye, bien que le sang soit moins souvent virulent. Comme chez le cobaye, la réaction de Weil Félix est négative pendant la maladie et dans la convalescence. Comme chez le cobaye, le typhus fébrile est suivi de la production d'anticorps préventifs utilisables.

5. Il résulte de nombreuses expériences que l'activité des anticorps varie, dans les différentes espèces et chez les individus d'une même espèce, suivant la gravité de l'infection. Tel qu'il peut être désormais produit avec notre technique, le sérum de l'âne se montre suffisamment actif pour la prévention du typhus expérimental, bien qu'il soit généralement moins riche en anticorps que celui des malades convalescents et de la plupart des cobayes guéris.

6. Il y aurait intérêt, sans doute, à augmenter l'activité du sérum de

l'âne, soit en diminuant la résistance de l'animal (saignées répétées, inoculation de sérums toxiques), soit plutôt en rendant plus sévère l'infection (en associant, par exemple, l'inoculation intracérébrale avec des inoculations intraveineuses contemporaines).

Il ne semble pas, par contre, que la répétition distante et prolongée des inoculations doive amener un progrès; elle s'est, dans un essai, montrée impuissante. Il y a lieu de penser que certains sérums antimicrobiens, tel celui du typhus, doivent leur activité à *l'infection*, déterminée par la première inoculation (ou par l'ensemble des premières inoculations), et non à la répétition des inoculations ultérieures. Ces sérums sont des sérums de convalescents et non les analogues des sérums antitoxiques dont l'activité croît avec l'importance des doses inoculées de l'antigène. Nous reviendrons sur ce point qui explique des échecs antérieurs.

NOMINATIONS.

MM. **E.-L. Bouvier** et **A. Lacroix** sont désignés pour représenter l'Académie à la célébration du *Centenaire de l'Industrie de la Stéarinerie* qui aura lieu au Muséum national d'Histoire naturelle, le 11 octobre prochain.

CORRESPONDANCE.

M. **P. Clausmann** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à l'emploi de *Directeur des Essais* à la Monnaie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Jean Tremblot. *Le sourire de Madame Elisabeth.*

2° *Comparaison mondiale des pendules*, par Fr. Nušl. (Présenté par M. G. Bigourdan.)

3° *Leçons élémentaires de Chimie-physique*, par Ed. Chauvenet. (Présenté par M. G. Urbain.)

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la loi des erreurs d'observation.* Note de M. MAURICE FRÉCHET.

Dans une récente Communication ([1]), M. Soubbotine a fait connaître une forme très générale de la fonction d'erreur, forme qu'on peut représenter par

$$\varphi(\varepsilon) = B e^{-H(\varepsilon)},$$

où $H(\varepsilon)$ est une somme limitée (ou illimitée, mais convergente)

$$H(\varepsilon) = K_1 |\varepsilon|^{m_1} + K_2 |\varepsilon|^{m_2} + \ldots, \tag{1}$$

B, K_1, K_2, ..., m_1, m_2, ... étant des constantes positives.

M. Soubbotine indiquait en même temps qu'il avait obtenu cette forme en partant de ses deux axiomes et en généralisant l'exemple que j'avais donné d'une fonction d'erreur satisfaisant à ces deux axiomes et où $H(\varepsilon)$ ne se réduisait pas au premier terme de (1).

Dans ma conférence au Colloque mathématique de Berne de janvier 1922, j'avais aussi fait connaître une forme très générale de la loi d'erreur, forme dont mon exemple n'est également qu'un cas particulier.

J'avais repris le premier raisonnement utilisé par Laplace, puis par Gauss ([2]) pour déterminer la fonction d'erreur. Dans ce raisonnement, la valeur la plus probable ([3]) de la vraie valeur a d'une grandeur dont on a obtenu n mesures expérimentales $x_1, x_2, \ldots, x_n$, est celle qui rend maximum le produit $\varphi(x_1 - x), \ldots, \varphi(x_n - x)$ quand x varie. D'autre part, on admet que la valeur la plus probable de a est, soit, avec Laplace, la médiane de $x_1, \ldots, x_n$, soit, avec Gauss, la moyenne arithmétique de $x_1, \ldots, x_n$.

Dans les deux cas, cette valeur est celle qui rend minimum l'écart E entre x et le groupe de mesures $x_1, \ldots, x_n$. Il suffit de prendre E tel que

$$E^m = \frac{1}{n} \{ |x_1 - x|^m + \ldots + |x_n - x|^m \} \tag{2}$$

avec $m = 1$ dans le cas de Laplace, $m = 2$ dans l'hypothèse de Gauss.

([1]) *Sur la loi des erreurs d'observation* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1716-1719).

([2]) La méthode a été ensuite critiquée par Gauss lui-même, mais on peut au moins la considérer comme un moyen d'investigation.

([3]) Plus exactement, il s'agit de la valeur dont la « densité de probabilité » est la plus grande.

L'expression générale annoncée de la fonction d'erreur s'obtiendra en partant des mêmes principes, mais en s'abstenant de donner à l'écart E *la forme particulière définie par* (2).

Cet écart E ne saurait, cependant, être entièrement arbitraire. On pourra l'assujettir à des conditions restrictives bien naturelles. On supposera qu'une translation d'ensemble ne l'altère pas, qu'il est indépendant de l'ordre où se présentent les mesures $x_1, x_2, \ldots, x_n$, qu'il est compris entre le plus petit et le plus grand des écarts absolus individuels $|x_1 - x|, \ldots, |x_n - x|$.

On satisfera à ces conditions en prenant E tel que

$$(3) \qquad \theta(\mathrm{E}) = \frac{1}{n}\{\theta(|x_1 - x|) + \ldots + \theta(|x_n - x|)\},$$

où $\theta(\mathrm{E})$ *est une fonction continue, croissante, de* E, *nulle avec* E.

Alors

$$[-\log\varphi(x_1 - x)] + \ldots + [-\log\varphi(x_n - x)]$$

doit être minimum en même temps que

$$\theta(|x_1 - x|) + \ldots + \theta(|x_n - x|)$$

quand x varie. *Par suite, la fonction d'erreur est*

$$\varphi(\varepsilon) = \mathrm{B}e^{-\mathrm{K}\theta(|\varepsilon|)},$$

où B *et* K *sont des constantes positives.*

La formule (1) de M. Soubbotine correspond au cas où l'on définirait l'écart E de x et du groupe $x_1, \ldots, x_n$ par la relation

$$\mathrm{K}_1\mathrm{E}^{m_1} + \mathrm{K}_2\mathrm{E}^{m_2} + \ldots = \frac{1}{n}\{[\mathrm{K}_1|x_1 - x|^{m_1} + \mathrm{K}_2|x_1 - x|^{m_2} + \ldots] + \ldots + [\mathrm{K}_1|x_n - x|^{m_1} + \mathrm{K}_2|x_n - x|^{m_2} + \ldots]\}.$$

Plus généralement, à toute fonction d'erreur $\varphi(\varepsilon)$, on pourra associer une expression de l'écart E de x avec le groupe $x_1, \ldots, x_n$, au moyen de la formule (3) où l'on prend

$$\mathrm{K}\theta(\mathrm{E}) = \log\frac{\varphi(0)}{\varphi(\mathrm{E})},$$

c'est-à-dire au moyen de la formule

$$\varphi(\mathrm{E}) = \sqrt[n]{\varphi(x_1 - x)\ldots\varphi(x_n - x)}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions asymptotiques des équations qui définissent des fonctions implicites et sur les intégrales asymptotiques des équations aux dérivées partielles.* Note de M. **R.-H. Germay**.

Soient les équations

$$f_j(x, z_1, \ldots, z_p) = 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, p) \tag{1}$$

satisfaisant aux conditions du théorème des fonctions implicites au point $x_0, z_1^0, \ldots, z_p^0$. Supposons que les f_j admettent, par rapport à x, la période 2π. Les fonctions implicites périodiques et holomorphes définies par les équations (1) sont les intégrales de Cauchy, se réduisant aux z_j^0 pour $x = x_0$, du système

$$\frac{\partial f_k}{\partial x} + \sum_{j=1}^{j=p} \frac{\partial f_k}{\partial x_j} \frac{dz_j}{dx} = 0 \qquad (k = 1, \ldots, p). \tag{2}$$

Celui-ci s'écrit, sous forme résolue par rapport aux $\frac{dz_k}{dx}$,

$$\frac{dz_k}{dx} = \varphi_k(x, z_1, \ldots, z_p) \qquad (k = 1, \ldots, p). \tag{3}$$

Recherchons, par le procédé connu (¹), une solution asymptotique à la solution périodique de Cauchy $u_1(x), \ldots, u_n(x)$ des équations (3).

En supposant réalisées les conditions d'existence de cette solution asymptotique, elle s'écrira

$$z_k(x) = u_k(x) + z'_k(x) \qquad (k = 1, \ldots, p). \tag{4}$$

Les $z'_k(x)$ sont des séries, à coefficients périodiques, de période 2π, ordonnées suivant les puissances entières positives de quantités

$$\alpha_1 e^{\lambda_1 x}, \quad \ldots, \quad \alpha_\nu e^{\lambda_\nu x} \qquad (\nu \leq p).$$

Les λ sont des constantes déterminées par une équation caractéristique. Les α sont des constantes arbitraires suffisamment petites pour assurer la convergence des séries que représentent les z'_k. On prend d'ailleurs égales à 0 les constantes α qui correspondent aux λ dont la partie réelle n'est pas négative. Les $z_k(x)$ sont des solutions des équations (1). On déduit en effet

(¹) E. Picard, *Traité d'Analyse*, 2e édition, 3, Chap. VIII, § 22-26, p. 187-194.

des relations (3) ou (2) :

$$f_k[x, u_1(x) + z'_1(x), \ldots, u_p(x) + z'_p(x)] = c_k \qquad (k = 1, 2, \ldots, p), \tag{5}$$

c_k désignant une constante. Cette constante est nulle. Car, en donnant à α une valeur réelle, à n une valeur entière positive, on a

$$\begin{cases} f_k[x, u_1(x) + z'_2(x + n.2\pi), \ldots, u_p(x) + z'_p(x + n.2\pi)] = c_k \\ (k = 1, 2, \ldots, p) \end{cases} \tag{6}$$

à cause de la périodicité des u_j. Faisons tendre $n \to \infty$. Il vient

$$f_k[x, u_1(x), \ldots, u_p(x)] = c_k = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, p), \tag{7}$$

car les u_j sont des solutions des équations (1).

2. Les considérations précédentes s'étendent immédiatement à des systèmes

$$F_k(x_1, \ldots, x_n; z_1, \ldots, z_p) = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, p), \tag{8}$$

où les F_k admettent par rapport à chaque variable x_s la période 2π, quand on se propose de chercher une solution, asymptotique par rapport à la variable x_r, à la solution périodique $u_1(x_1, \ldots, x_n), \ldots, u_p(x_1, \ldots, x_n)$, connue par le théorème des fonctions implicites. Les variables $x_1, \ldots, x_{r-1}, x_{r+1}, \ldots, x_n$, jouent le rôle de paramètres et l'on cherche une solution asymptotique à l'intégrale périodique de Cauchy du système

$$\frac{\partial F_k}{\partial x_r} + \sum_{j=1}^{j=p} \frac{\partial F_k}{\partial z_j} \frac{\partial z_j}{\partial x_r} = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, p), \tag{9}$$

se réduisant pour $x_r = x_r^0$ à la solution périodique du système

$$F_k(x_1, \ldots, x_{r-1}, x_r^0, x_{r+1}, \ldots, x_n, z_1, \ldots, z_p) = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, p). \tag{10}$$

Les λ dépendent des $x_1, \ldots, x_{r-1}, x_{r+1}, \ldots, x_n$; il faut supposer que les conditions d'existence de la solution asymptotique ne cessent pas d'être vérifiées, et qu'en particulier les parties réelles de certaines quantités λ restent négatives quand les paramètres $x_1, \ldots, x_{r-1}, x_{r+1}, \ldots, x_n$ varient dans le domaine de définition des F_k. Dans le même ordre d'idées, on démontre, moyennant des hypothèses convenables, l'existence d'une solution asymptotique aux $u_j(x_1, \ldots, x_n)$ par rapport à toutes les variables x_s ou à quelques-unes d'entre elles.

3. Soit l'équation aux dérivées partielles

$$p_1 = f(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_2, \ldots, p_n). \tag{11}$$

admettant, sous des conditions connues, l'intégrale de Cauchy φ périodique, de période 2π par rapport à $x_1, x_2, \ldots, x_n$, se réduisant pour $x_1 = x_1^0$ à la fonction $\chi(x_2, \ldots, x_n)$ périodique, de période 2π par rapport à $x_1, \ldots, x_n$. φ et ses dérivées partielles premières $\pi_2, \ldots, \pi_n$ sont définies comme fonctions implicites par des équations

$$(12) \qquad W_1 = 0, \quad \ldots, \quad W_n = 0.$$

S'il existe une solution $\varphi + \psi$, $\pi_j + \varpi_j$ des équations (12) asymptotique en x_1 à la solution φ, π_j, c'est une intégrale de (11), parce que le fait que $\pi_2, \ldots, \pi_n$ sont des dérivées partielles de φ est dû à la forme des équations (12) et non à leur mode de résolution. Les coefficients des parties asymptotiques sont nuls en $x_1 = x_1^0$, car la solution asymptotique s'y réduit à χ, $\frac{\partial\chi}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial\chi}{\partial x_n}$, d'après les équations (12).

ASTRONOMIE. — *Sur un nouveau mode de construction des grands miroirs de télescope.* Note de M. **G. W. Ritchey**, transmise par M. B. Baillaud.

Depuis l'été de 1924, des recherches sont effectuées en vue de construire le télescope de grand diamètre que M. et Mme Dina destinent à l'Observatoire qu'ils ont décidé de fonder. Ces recherches sont poursuivies dans la grande galerie de l'Observatoire de Paris, devenue le Laboratoire d'Optique Dina.

Les difficultés qui se sont rencontrées dans la construction des miroirs au moyen de très grands disques, de verre plein, coulés d'une seule pièce, et possédant l'épaisseur considérable qui leur assure une rigidité suffisante, ont démontré la nécessité de recourir à un *mode nouveau* de construction, ou à une *matière nouvelle*, si l'on veut dépasser les dimensions et la perfection actuellement atteintes.

Nous nous sommes proposé, en étroite collaboration avec la Société des Glaceries de Saint-Gobain, d'édifier de larges disques au moyen de plateaux circulaires et de cloisons rectangulaires, en verre mince et spécialement recuit; ces plateaux et ces cloisons étant cimentés ensemble de manière à former des disques cellulaires d'une très grande rigidité, et d'une très grande solidité, quoique trois ou quatre fois moins lourds que les disques pleins de même diamètre.

Les plateaux et les cloisons qui servent à la construction d'un même miroir sont tous de la même épaisseur et pris dans une même coulée. Les

paisseurs adoptées pour les plaques de deux miroirs d'essai de 75 et 150cm, sont respectivement de 13 et 15mm. Le système de cloisons qui sépare les plateaux est entièrement percé d'ouvertures, qui assurent le libre passage de l'air à travers toute la masse. Le polissage optique porte sur la face extérieure de l'un des plateaux.

Il fallait trouver un ciment à la fois solide et permanent. Nous avons adopté la résine synthétique, connue sous le nom de bakélite, qui s'emploie comme une colle, et qui durcit quand on la maintient à la température de 140° pendant quelques semaines. Quand cette cuisson a été bien conduite, la bakélite acquiert des propriétés physiques hautement favorables; en essayant à la rupture deux pièces de verre ainsi assemblées, c'est toujours le verre qui cède.

La technique du collage a exigé de longues et patientes recherches. Il est nécessaire de dresser et de dégrossir finement les surfaces à coller. Pendant toute la durée de la cuisson, il faut exercer sur elles une pression notable, ce qu'on a réalisé à l'aide d'une presse métallique compliquée, qui exerce l'effort nécessaire, sans danger de rupture de verre.

Après divers essais à petite échelle, un premier miroir plan de 75cm d'ouverture a été construit par le nouveau procédé et soigneusement taillé. Il est soumis depuis plusieurs semaines à un contrôle optique rigoureux qui ne révèle aucun changement dans sa surface. Le contrôle s'effectue par la méthode de Foucault (lame de couteau). Pour cela, le miroir cellulaire est associé à un miroir sphérique (taillé dans un disque plein) de 10m de rayon de courbure, la lumière se réfléchissant deux fois sur le miroir plan, qu'elle rencontre sous une incidence de 45°. La vérification est donc extrêmement sensible. On doit opérer à température bien uniforme, et la nuit, pour éviter les trépidations. Dans ces conditions, le miroir cellulaire s'est montré d'une permanence absolue ([1]).

Un miroir concave de 1m,50 d'ouverture et de 16m de rayon est actuellement en construction. Les plaques employées ont 15mm d'épaisseur. La construction eût été plus facile et plus économique avec une épaisseur un

---

([1]) Un premier polissage ayant été effectué aussitôt après la sortie du four, on observa au bout de quelques jours de légers changements locaux de la surface, atteignant environ un vingtième de frange. Il est probable que le verre ne reprend un état de régime stable que quelques jours après la fin du recuit prolongé que nécessite le collage. On en est quitte pour attendre quelques jours, quelques semaines même, avant de commencer le travail optique.

peu plus grande, de 22^{mm} par exemple. Mais les difficultés qu'on aura à vaincre avec l'épaisseur adoptée seront d'un enseignement précieux pour la construction des miroirs cellulaires beaucoup plus grands qui sont en projet.

ASTRONOMIE. — *Détermination des mouvements propres des étoiles de la 5e à la 16e grandeur photographiées sur les premiers clichés des Henry.* Note de M. **V. Nechvile**, transmise par M. B. Baillaud.

J'ai pu examiner à l'Observatoire de Paris, à l'aide du Blink-microscope, 22 clichés des Henry, obtenus antérieurement à l'entreprise de la Carte du Ciel. Les recherches ont porté sur 118°,8 carrés de la surface du Ciel, divisée en quatre groupes appartenant aux zones photographiques d'Uccle-Potsdam, Helsingfors, Vatican et Greenwich ; elles ont mis en évidence les mouvements de 3802 étoiles. Les poses des clichés Henry, longues de 2 heures environ, ont exigé 1 heure 30 minutes pour les poses récentes et ont enregistré, d'après une recherche photométrique spéciale, les étoiles jusqu'à la 15e,9 grandeur stellaire de l'échelle photographique internationale de Harvard.

Les mouvements des 3802 étoiles se trouvent répartis, d'après leur importance, dans la table suivante, où μ indique le mouvement annuel en secondes d'arc et n le nombre d'étoiles. Les chiffres accompagnés d'un astérisque (*) sont inclus dans la somme totale et signifient les compagnons d'étoiles doubles ayant un mouvement parallèle avec l'étoile principale.

μ	n
μ = 1″,70 — 0″,70	n = 4
0,50 — 0,40	3
0,40 — 0,30	6 + 2*

μ.	n.	μ.	n.	μ.	n.
0″,30 — 0″,29	1	0″,20 — 0″,19	7	0″,10 — 0″,09	64
0,29 — 0,28	1	0,19 — 0,18	5	0,09 — 0,08	92 + 2*
0,28 — 0,27	1	0,18 — 0,17	7	0,08 — 0,07	142
0,27 — 0,26	3	0,17 — 0,16	7	0,07 — 0,06	248
0,26 — 0,25	1	0,16 — 0,15	9	0,06 — 0,05	350 + 2*
0,25 — 0,24	6	0,15 — 0,14	10	0,05 — 0,04	620 + 1*
0,24 — 0,23	1	0,14 — 0,13	29 + 1*	0,04 — 0,03	848 + 1*
0,23 — 0,22	4	0,13 — 0,12	23	0,03 — 0,02	913
0,22 — 0,21	4 + 1*	0,12 — 0,11	33	0,02 — 0,01	294 + 1*
0,21 — 0,20	6 + 1*	0,11 — 0,10	48	Total....	3802

La courbe qui donne la répartition graphiquement a une allure générale normale ; elle montre un maximum pour les mouvements de 0″,02 — 0″,03 par an, circonstance qui semble prouver que tous les mouvements jusqu'à cette limite ont été mesurés.

Nous donnons ici les positions des quatre étoiles dont les mouvements sont les plus importants ; elles appartiennent au premier courant de Kapteyn ; la dernière pourrait être un compagnon éloigné de l'étoile BD + 32°,3226

r. ph.	Æ 1900.	Déc. 1900.	*dx* mm.	*dy* mm.	μ_α.	μ_δ.	μ.	*p*.	Époque.
	h m s	° ′ ″			s	″	″	°	
13,7	0.7.42,4	68.46.38	+0,4258	—0,1734	+0,1343	—0,297	0,787	112,1	23,784
10,7	1.0.28,9	63.23.58	+0,9242	+0,2307	+0.2294	+0.382	1,587	76,0	23.683
12,2	1.1.53,5	62.58.60	+0,6270	—0.0243	+0,1532	—0.042	1.045	87,8	»
12,4	19.3.49.7	32.21.45	+0,7351	+0,6440	+0,0986	+1.094	1,661	48,8	22,576

Le Blink-microscope se prête particulièrement bien à l'examen d'étoiles doubles. On peut signaler les couples nouveaux suivants, dont le premier est l'étoile τ Cygni, n° 4980 du Catalogue Bossert-Schulhof, considérée jusqu'ici comme simple et figurant parmi les étoiles fondamentales de la *Connaissance des Temps*; la dernière double est un faible couple du type 61 Cygni.

		h m s	° ′ ″			s	″	″	°	
.	5,3	21.10.48,5	37.37.17	+0,0967	+0,2800	+0,0149	+0,457	0,490	21,2	23,740
	13,7	21.10.47,5	37.35.45	+0.0844	+0,2685	+0.0133	+0,439	0,460	19,7	
.	12,8	18.50.44,0	30.35.37	—0,0337	—0,0188	—0,0043	—0,031	0,064	240,7	23,513
	13,8	18.50.43,1	30.35.44	+0,0314	—0,0660	+0,0041	+0,109	0,121	25.4	
.	9,7	20. 0.47,9	42.13.59	+0,0442	—0.1160	+0,0063	—0,207	0,219	160,6	23,584
	13.7	20. 0.47,5	42.14.22	+0,0414	—0.1120	+0,0058	—0,200	0,210	160,9	
.	12,2	20. 9. 6.2	33.59. 2	—0,2240	—0,0581	—0,0317	—0,102	0,408	255.5	23,551
	12,7	20. 9. 5,9	33.58.47	—0,2237	—0,0587	—0,0317	—0,103	0,408	255,3	

Toutes ces étoiles se trouvent dans la Voie Lactée.

Les mouvements des composantes des deux premiers couples permettent de conclure leur mouvement orbital annuel ; on trouve 0″,0267 et 0″,177. Le premier couple est remarquable par la grande distance $d = 93'',64$ du compagnon de 8,4 grandeurs stellaires plus faible que l'étoile principale, le deuxième couple par la vitesse orbitale v. Tous deux se prêtent particulièrement bien au calcul des parallaxes hypothétiques par la formule de Herrsprung $p = 0{,}25\ \pi^{-2} dv^2$. On trouve pour τ Cygni 0″,188, pour le second couple 0″,350.

Comme exemple d'autres cas intéressants j'indique deux étoiles de la Bonner Durchmusterung BD + 56° 1718 et 1719 qui sont relativement

éloignées, mais qui ont des mouvements parallèles et du même ordre de grandeur. Elles peuvent former une étoile double avec le mouvement orbital dans un plan presque parallèle au rayon visuel de l'observateur :

9,2	$14^h\,9^m\,41^s,9$	55°.47'.38"	—0,1981	—0,0005	—0^s,391	—0",001	0",329	269°,9	24,409
9,8	14.10.18,0	55.50.16	—0,1583	—0,0131	—0,312	—0,022	0,263	265,3	

PHYSIQUE. — *Diffusion de la lumière dans les fluides.* Note (1) de M. Y. **Rocard**, présentée par M. A. Cotton.

Il est intéressant de savoir jusqu'à quel point la théorie de Gans coïncide avec les théories moléculaires de la diffusion de la lumière. Avec M. Andant nous avons déjà établi (2) que la théorie de Gans ne rendait pas compte de la dépolarisation de la lumière d'opalescence critique. Au contraire, la théorie moléculaire en rend compte. Pour rendre plus claire la discussion qui va suivre, et bien qu'il existe des modèles moléculaires plus généraux, nous raisonnerons sur la molécule de M. Langevin (1910) caractérisée par son anisotropie δ. De plus nous négligeons le champ intermoléculaire (tout en tenant compte du champ de polarisation), ainsi que l'effet des forces de cohésion signalé et traité dans un travail précédent (3).

Nous transposons alors dans nos notations les théories de la diffusion de la lumière publiées par L. Vessot-King, Born, Raman, Ramanathan, etc., et dans la théorie de Gans nous remplaçons la valeur de la constante de Kerr Γ en fonction de δ au moyen de la théorie de M. Langevin [ce dernier calcul peut paraître arbitraire sinon incorrect, mais si la théorie de M. Langevin ne s'appliquait exactement à l'effet Kerr, la théorie de Gans, malgré son apparence thermodynamique, serait inexacte]. On trouve alors les résultats suivants :

[Vessot-King] $$i = A(n^2-1)^2 + B(n^2-1)^2, \qquad \rho = \frac{6\delta^2}{\left(7\delta^2 + 5\,\frac{RT\beta}{v}\right)},$$

[Ramanathan] $$i = A(n^2-1)^2\left(\frac{n^2+2}{3}\right)^2 + B(n^2-1)^2, \qquad \rho = \frac{6\delta^2}{\left(7\delta^2 + 5\,\frac{RT\beta}{v}\left[\frac{n^2+2}{3}\right]^2\right)},$$

[Gans] $$i = A(n^2-1)^2\left(\frac{n^2+2}{3}\right)^2 + B(n^2-1)^2\left(\frac{n^2+2}{3}\right)^2, \qquad \rho = \frac{6\delta^2}{\left(7\delta^2 + 5\,\frac{RT\beta}{v}\right)}.$$

(1) Séance du 20 juillet 1925.

(2) *Bulletin de la Société française de Physique*, n° 212, 6 mars 1925, p. 30 S.

(3) *Journal de Physique et le Radium*, sér. VI, 5, 1924, p. 280-288.

J'indique le nom des auteurs dont j'utilise les hypothèses. v est le volume moléculaire du fluide diffusant, les autres notations sont classiques. J'ai posé

$$A = \frac{\pi^2 RT\beta}{2N\lambda^4} \quad \text{et} \quad B = \frac{13\pi^2 v \delta^2}{10 N\lambda^4}.$$

Les divergences que l'on constate entre ces trois théories tiennent à des hypothèses implicites plus ou moins naturelles mais toutes défendables, que les auteurs précédents ont faites sans les indiquer. Le champ de polarisation en un point d'un corps est dû pratiquement à des molécules assez voisines de ce point. Supposons qu'une fraction donnée, 0,99 par exemple, du champ de polarisation en O soit produite par les molécules d'un petit volume v entourant o, on peut faire sur v les hypothèses suivantes :

a. v est assez grand pour que les fluctuations en densité y soient négligeables, le champ de polarisation est constant : nous retombons sur la théorie genre Vessot-King.

b. Au contraire, v est assez petit pour que la même fluctuation d'indice Δn affecte à la fois le moment électrique d'un très petit volume et l'indice du « volume de polarisation » v correspondant, quelle que soit la cause de cette fluctuation d'indice, nous retombons sur une théorie genre Gans : toutes les théories non moléculaires rentrent dans cette catégorie, car on y définit l'indice *localement*, au moyen d'un volume v infiniment petit.

c. Si nous admettons l'hypothèse *b* pour les fluctuations d'indice provoquées par les fluctuations en densité et l'hypothèse *a* pour les fluctuations d'indice provoquées par les fluctuations en orientation (ce qui n'a rien de contradictoire), nous retombons sur la théorie genre Ramanathan.

La réalité est probablement intermédiaire entre les hypothèses *a* et *b* et la théorie exacte serait intermédiaire entre celle de Vessot-King et celle de Gans : pour l'édifier, il faudrait savoir comment le fluide propage les fluctuations en densité et en anisotropie, ce ne peut être tout à fait au hasard puisque les molécules ont des actions réciproques. En tout cas, nous pouvons dire actuellement que la formule de Gans donne des résultats par excès : ce point apparaîtra important si l'on remarque que les expérimentateurs qui ont déterminé le nombre d'Avogadro N par l'étude de la diffusion de la lumière dans les liquides semblent trouver des nombres trop grands; il ne faut pas incriminer leurs expériences, mais bien les approximations faites dans la théorie qu'ils ont à leur disposition.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'état d'hydratation de l'oxalate de calcium.* Note (¹) de M. M. AUMÉRAS, présentée par M. H. Le Chatelier.

Comme complément à une étude de la solubilité de l'oxalate de calcium dans les acides forts dilués (²), nous nous sommes proposé de rechercher quel était l'état d'hydratation du sel obtenu par la réaction de solutions décinormales d'acide oxalique et de chlorure de calcium.

Pour étudier la composition de l'oxalate de calcium, nous avons employé, en premier lieu, l'ancienne méthode dite *des poids constants à température constante*. Cette méthode conduit à la mise en évidence d'un pseudo-palier correspondant approximativement, pour la température de 20°, au pseudo-hydrate $C^2O^4Ca.1,2\,H^2O$.

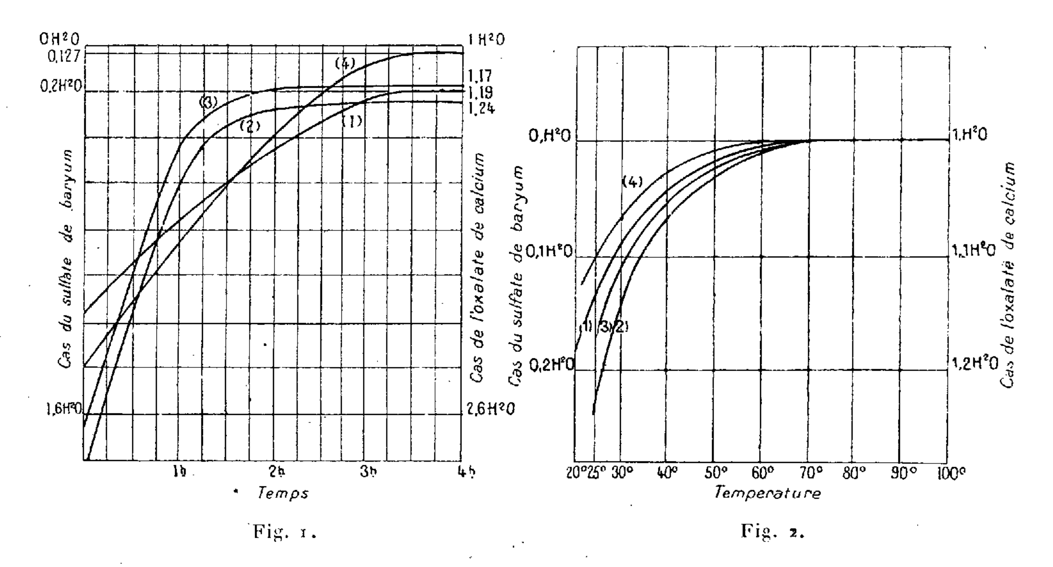


Fig. 1. Fig. 2.

Obéissant aux intéressantes suggestions de M. Marcel Guichard (³), nous avons étudié la déshydratation de l'oxalate de calcium à température régulièrement croissante. On observe alors que si, pour chaque température,

(¹) Séance du 15 juillet 1925.

(²) E. CARRIÈRE et M. AUMÉRAS, *Étude expérimentale de l'équilibre oxalate de calcium-acide chlorhydrique dilué* (*Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1288).

(³) M. GUICHARD, *Sur les vitesses de déshydratation en températures croissantes* (*Bull. Soc. chim.*, 37, 1925, p. 62 et 381).

on porte sur un graphique (*fig.* 1) les temps en abscisses et les pertes de poids en ordonnées, on arrive, au bout d'un temps suffisamment grand, à un pseudo-palier correspondant à un pseudo-hydrate. La méthode employée consiste à déterminer les différents paliers, puis à dresser la courbe de ces paliers (*fig.* 2) en fonction de la température. Le palier de paliers définitif correspond à l'existence de l'hydrate réel.

Comme contrôle de l'influence de l'eau d'adsorption sur la pseudo-existence d'hydrates, nous avons répété les mêmes expériences sur un précipité de sulfate de baryum (sel anhydre) obtenu en solution décinormale : courbe 4.

Les précipités d'oxalate de calcium ont été obtenus dans les solutions suivantes :

Courbe 1 : 10^{cm^3} d'acide oxalique $\frac{N}{10}$, 10^{cm^3} de potasse $\frac{N}{10}$, 10^{cm^3} de chlorure de calcium $\frac{N}{10}$.

Courbe 2 : 50^{cm^3} d'acide oxalique $\frac{N}{10}$, 20^{cm^3} de chlorure de calcium $\frac{N}{10}$, 30^{cm^3} d'acide chlorhydrique N.

Courbe 3 : 20^{cm^3} d'acide oxalique $\frac{N}{10}$, 50^{cm^3} de chlorure de calcium $\frac{N}{10}$, 30^{cm^3} d'acide chlorhydrique N.

La composition du sel est donc pour les diverses conditions de nos expériences : $C^2O^4Ca \cdot 1H^2O$.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Action des solutions acides de faible concentration sur les métaux ferreux.* Note [1] de M. **René Girard**.

De nombreuses recherches ont déjà examiné cette action pour des concentrations assez élevées. Les résultats publiés [2] montrent que les aspects de cette attaque dépendent dans une large mesure de la nature du métal ou de l'acide et de la concentration de l'acide. Mais elles ne nous renseignent que d'une façon insuffisante pour les besoins de la pratique sur l'action des solutions de concentrations inférieures à la concentration décinormale.

---

(1) Séance du 20 juillet 1925.

(2) J. N. Friend, *Carnegie Sch. Mem.*, 11, 1922, p. 8 à 14.

Expériences. — Nous avons donc réalisé des attaques en solutions acides de concentrations systématiquement croissantes (acides sulfurique, chlorhydrique, carbonique, phénique) jusqu'à $\frac{N}{10}$.

Les métaux attaqués avaient les compositions centésimales suivantes :

	C total.	C libre.	C combiné.	Si.	S.	Ph.	Mn.
Acier........	0,42	–	0,42	traces	–	0,07	0,69
Fonte........	3,47	3,12	0,35	2,19	0,002	1,89	0,52

Les expériences ont été exécutées en immergeant les métaux polis pendant des périodes de 48 heures dans les solutions acides. Surface des plaques : 26000^{mm^2}. Entre deux périodes d'immersion consécutives, le métal était lavé avec la solution, puis replacé dans la solution neuve. La quantité de fer dissous était évaluée par dosage des solutions usées et des eaux de lavage. On trouvait des résultats très réguliers. Ces expériences ont été complétées par l'action sur les métaux bruts de laminage et de coulée, soigneusement dégraissés à la benzine.

Résultats. — I. *Comparaison des métaux.* — Nous avons trouvé que pour un acide donné, dans le domaine des concentrations examinées, les deux métaux étaient presque également attaqués :

Exemple : Acide sulfurique $\frac{N}{10}$: Acier : 19280, Fonte : 19300, contrairement à ce qui se passe aux concentrations élevées. Cela permet de donner dans les graphiques la courbe moyenne des attaques de la fonte et de l'acier.

Dans le cas des métaux bruts, la peau de coulée protégeait temporairement la fonte; l'acier était moins protégé par la croûte du laminage :

Exemple : Acide sulfurique $\frac{N}{10}$: Acier : 17600, Fonte : 14900

II. *Comparaison des acides.* — Elle est indiquée dans le graphique 1 où les résultats sont reportés à 350 heures d'attaque.

Pour l'acide phénique, on a observé que l'attaque est d'autant plus intense que les périodes d'immersion sont plus courtes, ce qui indique le dépôt sur le métal de produits de corrosion insolubles. Pour l'acide carbonique et l'acide chlorhydrique, les résultats sont d'accords avec ceux qui ont été obtenus sur un acier par G.-M. Whitman, R.-P. Russell et E.-V. Altieri (1). L'acide sulfurique produit une attaque identique à celle de l'acide chlorhydrique.

Dans le graphique 2, tout en conservant une échelle logarithmique pour

(1) *J. of Ind. and Eng. Chem.*, **16**, n° 7, 1924, p. 665-670.

les abscisses, on a porté les acidités totales. Les courbes ne sont alors modifiées que pour les acides faibles.

Pour chaque acide, on peut diviser le domaine des concentrations étudiées en trois régions :

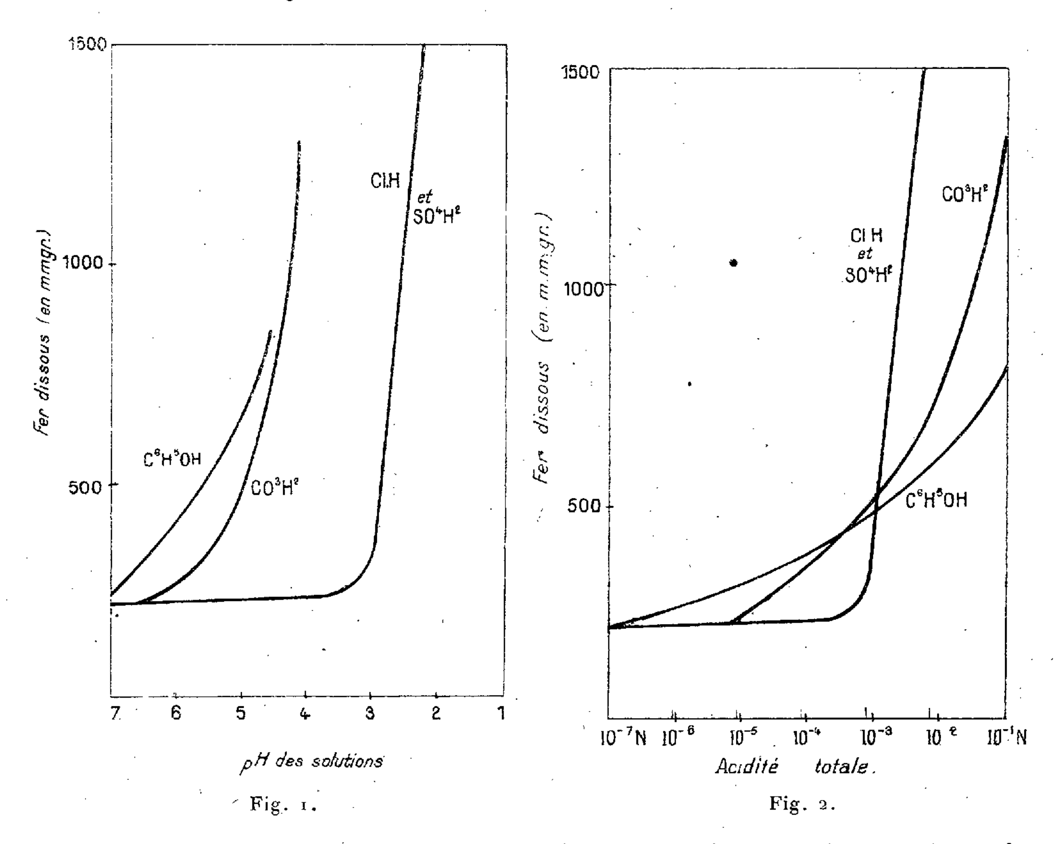


Fig. 1.

Fig. 2.

Première région. — Au voisinage de l'eau pure, la corrosion ne dépend pas de la concentration de l'acide ni de sa nature, et elle reste constante pour une teneur en oxygène dissous donnée, qui est le facteur essentiel.

Deuxième région. — A partir d'une concentration qui dépend de l'acide, l'attaque est accélérée. Cette accélération se produit à un P_H plus élevé pour les acides faibles que pour les acides forts. Elle est progressive avec les acides faibles, brusque avec les acides forts. Pour un P_H donné, l'attaque est d'autant plus considérable qu'il y correspond pour l'acide une concentration totale plus considérable. Cette zone de transition est vraisemblablement en relation avec la zone de précipitation incomplète des hydrates ferreux (P_H 7,6 à 5,1) et ferrique (P_H 6 à 3,5). Les facteurs déterminants sont

alors la teneur en oxygène et l'acidité totale. Toutefois l'acidité libre limite l'étendue de la transition.

Troisième région. — A partir d'une concentration critique (de l'ordre de 10^{-3}N) l'accroissement de la corrosion est très rapide. A concentration identique, elle est plus grande pour les acides forts que pour les acides faibles. Le facteur déterminant est alors la concentration en ions hydrogène.

En résumé, on a reconnu : 1° l'identité pratique des métaux ferreux dans la zone étudiée; 2° l'existence d'une concentration (env. 10^{-3}N) au-dessous de laquelle un acide est d'autant plus actif qu'il est moins dissociable et au-dessus de laquelle c'est le contraire qui se produit.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau type d'organo-magnésiens.* Note [1] de M. V. **Thomas**, transmise par M. Charles Moureu.

Si quelques-uns des composés dimagnésiens dont on peut théoriquement prévoir la formation à partir des dérivés dihalogénés ont été signalés et étudiés en série grasse [2], il semble bien que tous les essais en vue de leur obtention à l'aide des composés dihalogénés dans un même noyau ont échoué. Fink, en particulier, qui a récemment étudié l'action du magnésium sur le *p*-dibromobenzène, n'a pu mettre en évidence la formation d'un dimagnésien, et il en a conclu que si un tel composé prend naissance, il ne peut se former qu'en quantité pratiquement nulle [3]. Nous avons repris très soigneusement ses essais, en opérant soit en milieu éthéré, soit en milieu éthéro-benzénique, et nous ne pouvons que confirmer ses résultats.

Au cours de nos recherches sur le thiophène, nous avons été amené à constater que le diiodothiophène 1.4 était susceptible de dissoudre, pour une molécule, plus de 1 atome de métal. Étant donné le prix élevé du thiophène, nous avons étudié tout d'abord les dérivés diiodés du benzène.

---

(1) Séance du 15 juillet 1925.

(2) Voir entre autres : Ahrens et Stapher, *Ber.*, **38**, 1905, p. 1296 et 3259; Zelinsky et Gutt, *Ber.*, **40**, 1907, p. 3049; Grignard et Vignon, *Comptes rendus*, **144**, 1907, p. 1358; Braun, *Ber.*, **40**, 1907, p. 4065; Braun et Sobecki, *Ber.*, **44**, 1911, p. 1923; Gruttner et Wiernik, *Ber.*, **48**, 1915, p. 1473; Zappi, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, **19**, 1916, p. 151 et 247.

(3) Fink, *Journ. Chem. Soc.*, **123**, 1923, p. 3418. — Bodroux, *Comptes rendus*, **136**, 1903, p. 1138.

Action du magnésium sur le p-diiodobenzène. — Nos essais ont été faits en partant de 2 atomes de métal pour une molécule de dérivé diiodé. Nous avons opéré, au début, en milieu éthéro-benzénique, en vue de parer, autant que possible, à l'insolubilité dans l'éther du magnésien formé, mais nous avons reconnu, ultérieurement, qu'une agitation énergique permettait d'opérer exclusivement en présence d'éther. Dans les deux cas, on arrive à dissoudre plus de magnésium que n'exige la théorie pour la formation de $C^6H^4I.MgI$.

Notons de suite que les impuretés du magnésium ne sont pas sans influence sur la réaction : en particulier l'emploi de métal contenant une quantité notable de fer est à éviter.

Au cours de nos différents essais, nous avons pu dissoudre de 78 à 88 pour 100 du poids du métal mis en œuvre. Ces chiffres sont tout à fait comparables à ceux que nous avions observés en opérant sur le diiodothiophène (80 pour 100).

La formation d'un composé se comportant à la façon d'un dérivé renfermant deux groupes MgI est démontré par la décomposition du produit de réaction au contact de l'eau. Celle-ci donne en effet de la benzine, sans formation d'iodure de phényle, du moins en quantité décelable, et des matières résineuses. De ce mélange nous avons pu isoler une substance résineuse pour laquelle nous n'avons pu malheureusement trouver un critérium de pureté. A titre d'indication, nous mentionnerons seulement que l'analyse paraît lui assigner une formule brute du type $[(C^6H^4)^2H^2O]^n$. Ces matières résineuses semblent se former par élimination totale de l'iode du diiodo sous forme d'iodure de magnésium.

Essai de préparation du monomagnésien à partir du p-diiodobenzène. — En traitant le *p*-diiodobenzène par le magnésium dans la proportion de 1^{mol} de diiodobenzène pour 1^{at} de métal, on constate la dissolution rapide et intégrale du métal. La décomposition par l'eau du produit de réaction fournit de l'iodure de phényle, de la benzine, des matières résineuses, et l'on retrouve *du diiodobenzène qui n'a pas réagi*. Par contre, nous n'avons pu y déceler $C^6H^4I-C^6H^4I$, $C^6H^4I-C^6H^5$, $C^6H^5-C^6H^5$.

Ces données mettent en évidence la facilité avec laquelle peut se former le nouveau type d'organo-magnésiens. Quelle formule convient-il de leur donner? D'après des essais en cours, il semble que leurs propriétés puissent s'interpréter aussi bien en admettant l'un des deux types de formule $C^6H^4(MgI)^2$ ou $(C^6H^4)^2Mg$ (en faisant bien entendu abstraction de l'éther qu'ils

pourraient renfermer). L'expérience pourra peut-être ultérieurement décider entre les deux formules. Nous les considérerons, pour le moment, comme correspondant à la formule de *dimagnésiens*.

La propriété de former de tels dérivés n'appartient pas exclusivement au diiodo en para. L'isomère méta se comporte d'une façon toute semblable. Une molécule de métadiiodobenzène, traité en présence d'éther par 2 atomes de magnésium, en dissout environ 83 pour 100 de la quantité mise en œuvre. Avec l'*o*-diiodobenzène, nous sommes arrivés à des résultats de même ordre.

Comme les organo-magnésiens ordinaires, les nouveaux dérivés paraissent très aptes à entrer en réaction. Non seulement ils réagissent sur l'eau en donnant le carbure correspondant, mais ils fournissent encore des complexes avec un grand nombre de corps. Bornons-nous à signaler aujourd'hui les produits d'addition qu'ils fournissent avec le gaz carbonique et les aldéhydes.

Nous désirons nous réserver l'étude de ces nouveaux magnésiens.

GÉOLOGIE. — *Remarques stratigraphiques sur le champ de fracture de Ribeauvillé (Haut-Rhin), au nord de la Strengbach.* Note [1] de M. N. **Arabu**, transmise par M. Ch. Depéret.

Comme toutes ses similaires de la bordure orientale des Vosges, cette région est constituée essentiellement par des sédiments triasiques et jurassiques, couronnés de conglomérats d'âge oligocène. Elle est affaissée par rapport à la montagne, faite de gneiss et granites divers intrusifs supportant des lambeaux de Carbonifère, qui s'étend à l'Ouest et au Nord; la faille limite, complexe, traverse la ville de Ribeauvillé en direction presque méridienne, passe en s'incurvant vers le NE à peu de distance de Roderen qu'elle laisse sur sa gauche, et de là se dirige E-NE, pour rejoindre la faille rhénane un peu au delà de la chaussée de Bergheim à Saint-Hippolyte.

Je me bornerai ici à une énumération des sédiments rencontrés, plus spécialement de ceux dont j'ai eu la possibilité de préciser le niveau, grâce à des trouvailles de fossiles. Je ne m'arrêterai pas sur le Trias inférieur.

Le *Trias moyen* est en partie détritique (*Muschelsandstein*) : grès calcaires

---

[1] Séance du 27 juillet 1925.

dolomitiques, micacés et marnes brunes qui ont fourni au nord de Ribeauvillé : *Myacites mactroides* Schl., *Myophoria* sp., *Hœrnesia socialis* Schl.; ces couches, appartenant au *Wellenkalk*, sont surmontées par des argiles et des marnes parfois à empreintes de plantes, représentant probablement la base du groupe de l'anhydrite. Les *calcaires à Cératites* de couleur grise, en général très recristallisés, renferment : *Lima striata* Schl., *Myoconcha lotharingica* Ben., *Cœnothyris vulgaris* Schl., formes qui par leur grande taille et la fréquence relative de la dernière citée, dénotent un niveau élevé de l'étage; ces calcaires sont recouverts près de la ferme de Tempelhof par des marnes gréseuses à *Myophoria intermedia* Schaur., commune en Alsace dans la *Lettenkohle*.

Le *Keuper*, très répandu dans la région, présente des indices de l'existence de plusieurs de ses niveaux.

Le *Lias* est difficile à étudier, faute d'affleurements suffisants; *Lias inférieur*, calcaires à *Gryphœa arcuata* Lamk., *G. obliqua* Gldf.; *Lias moyen* indiqué par *Amaltheus spinatus* Brug. (*Domérien*); *Lias supérieur : Grammoceras* voisins de *G. striatulum* Sow., grands *Hammatoceras* du groupe de *H. insigne* Schubl.; *Toarcien* : zone à *Lytoceras jurense*?; d'autres formes comme *Grammoceras subcomptum* Branco, *Lioceras costosum* Quen., *Dumortieria mactra* Dum., prouvent de leur côté l'existence de l'*Aalénien* (zone à *Harpoceras opalium*).

Le *Bajocien* possède des facies un peu particuliers; des grès calcaires remplacent ici le facies marneux classique des couches à *Blagdeni*, au sommet de l'étage; ces couches non fossilifères sont bien développées près de Bergheim; ailleurs, calcaires coquillers, ou à petites oolithes ferrugineuses, renfermant : *Pecten disciformis* Schubl., *P.* (*Variamusium*) *personatus* Sow., *Rhynchonella aff. tenuispina* Waag.

La *Grande Oolithe* est bien visible près de Bergheim; *Ostrea acuminata* Sow., *Avicula Munsteri* Br., *Ctenostreon pectiniforme* Zit. Je n'ai nulle part trouvé les couches à *varians*; les calcaires oolithiques se terminent par un horizon altéré, contenant des pisolithes ferrugineuses; c'est une formation sidérolithique, peut-être bien plus récente, anté-oligocène. L'ensemble, très faillé et disloqué de ces formations, est surmonté sur plusieurs points par les conglomérats oligocènes constitués au moins en très grande majorité, aux dépens du Bathonien et du Bajocien.

La région tire une de ses particularités essentielles de phénomènes de diagenèse : silicification et minéralisation parfois très avancée des sédiments, surtout de ceux du Trias; ces phénomènes, depuis longtemps

signalés, n'ont pas encore été étudiés en détail; particulièrement nets près de la grande faille vosgienne, on en remarque des manifestations ailleurs aussi, paraissant liées à des lignes de dislocation. Il y a à ce point de vue un contraste saisissant avec les affleurements qui se trouvent à quelques centaines de mètres au sud de la Strengbach, où les deux subdivisions des calcaires à Cératites sont parfaitement reconnaissables d'après leur facies; au contraire, au Nord, les modifications sont des plus intenses : au voisinage du château de Reichenberg, les grès du *Wellenkalk* sont transformés en de véritables quartzites par le développement de quartz de néoformation, avec disparition du mica; ailleurs les calcaires à Cératites sont transformés en une roche compacte d'un gris de fumée, à cassure esquilleuse qui, au microscope, se résout en un agrégat de cristaux de quartz, où le calcaire originel ne subsiste qu'à l'état de traces.

Les particularités stratigraphiques de la région : absence des couches à *varians* et une certaine spécialisation des facies au Bajocien, sont par contre bien moins saillantes, ne dépassant pas les limites de variabilité rencontrées ailleurs en Alsace.

Les formes citées plus haut comptent parmi les plus fréquentes, mais ce sont de grandes raretés ici, et quelquefois susceptibles d'indiquer le niveau; elles offrent par là la possibilité de fixer quelques jalons nécessaires aux recherches futures dans une région jusqu'à présent peu connue, d'où aucune liste de fossiles n'avait été donnée encore.

HYDROLOGIE. — *Sur la radioactivité des eaux de Contrexéville (Vosges) (sources du* Pavillon *et du* Quai). Note de MM. **L. Jaloustre**, **G. Danne**, **M. Dementroux** et **A. Maubert**, transmise par M. Daniel Berthelot.

Nous avons exécuté divers prélèvements à la source du *Pavillon* et à la source du *Quai* de Contrexéville (Vosges) que nous avons immédiatement examinés à Paris au point de vue de leur teneur en éléments de la famille du Radium. Les mesures ont porté :

1° Sur des précipités préparés sur place par l'un de nous, par la technique décrite par Pierre Loisel ([1]).

2° Sur des échantillons d'eaux minérales de Contrexéville prélevés à la source du *Pavillon* d'une part, et à la source du *Quai* d'autre part.

([1]) *Journal de Radiologie et d'Électrologie*, 4, n° 6, juin 1920, p. 247 et suiv.

L'étude radioactive en a été faite en partie double : d'une part, au Laboratoire de mesures de la Société d'énergie et de radiochimie à Courbevoie, au moyen de l'appareillage P. Curie, modèle Ch. Chéneveau et A. Laborde, et d'autre part, au Laboratoire d'essais des substances radioactives, à Gif, au moyen de l'appareillage créé par J. et G. Danne. La méthode employée pour l'étude des précipités a été celle de P. Loisel (*loc. cit.*) et celle utilisée pour la recherche et le dosage de l'émanation du radium a été celle décrite par Ch. Moureu et A. Lepape ([1]). Enfin, la quantité de radium a été déterminée en répétant la même opération plusieurs jours (5 jours environ) après la précédente, le ballon contenant l'eau ayant été soigneusement fermé après la première ébullition et la période d'accumulation entre cet instant et celui de l'ouverture pour la seconde ébullition étant soigneusement notée. L'étalonnage du cylindre de déperdition était effectué au moyen d'une solution titrée de bromure de radium.

Nous avons procédé ainsi à 7 séries successives de recherches à un mois environ d'intervalle l'une de l'autre. Pour plus de précautions dans notre dernière série de déterminations, nous avons utilisé un électroscope de faible capacité dans lequel les gaz des eaux étaient directement introduits. Comme d'habitude dans chaque détermination, nous avons fait une série de mesures immédiatement après l'introduction des gaz, puis à l'équilibre radioactif afin de nous assurer que, pendant ce temps, une augmentation de conductibilité correspondait bien à l'émanation du radium introduite. En outre, nous avons placé un desséchant et un tampon de coton de verre avant le condensateur de l'électroscope lors de l'introduction des gaz, afin de nous assurer que les résultats obtenus dans ce cas ne différeraient pas de ceux obtenus en l'absence de ce dispositif. Enfin, des expériences à blanc avec de l'eau non radioactive ont été effectuées comme témoins.

Résultats. — A. *Source du Pavillon* (température + 10°). — La moyenne de nos déterminations successives accuse une teneur en émanation de radium de 0,85 millimicrocurie par litre. La quantité de radium-élément qu'elle renferme en dissolution a été trouvée égale au maximum à 0,50 millimicrogramme Ra par litre.

B. *Source du Quai* (température + 9°). — La moyenne de nos déterminations successives accuse une teneur en émanation du radium de 2,50 millimicrocuries par litre. La détermination de la quantité de radium-élément effectuée sur cette eau a conduit à une teneur inférieure à

([1]) *Annales des Mines*, 15, mai 1909, livraison 5, p. 473 et suiv.

0,50 millimicrogramme par litre, probablement voisine en moyenne de 0,33 millimicrogramme de Ra par litre.

Conclusions. — 1° P. Curie et A. Laborde, (¹) ont publié le résultat suivant pour la source du *Pavillon* de Contrexéville : 0,098 milligramme-minute d'émanation du radium pour 10^l d'eau, soit 0,65 millimicrocurie par litre.

Elle renferme, d'après nos recherches, sauf variations à étudier, 0,85 millimicrocurie d'émanation par litre et une quantité de radium-élément n'excédant pas 0,50 millimicrogramme.

Son débit étant de 180000^l par jour (²), son hororadioactivité aqueuse est de 6375 millimicrocuries-heure et sa puissance radioactive, 850 microgrammes de radium. De plus, elle déverse par jour dans l'établissement hydro-minéral qui la reçoit une quantité de radium-élément égale à 90 microgrammes. La quantité de sels qu'elle déverse est de 429^{kg} par jour environ, naturellement radioactifs à la concentration de 0,21 microgramme de radium-élément par kilogramme, au maximum.

2° La source du *Quai* qui n'avait pas été étudiée au point de vue radioactif antérieurement à nos mesures, du moins à notre connaissance, s'est montrée trois fois plus radioactive que la source du *Pavillon* puisqu'elle renferme 2,50 millimicrocuries d'émanation par litre, mais seulement 0,33 millimicrogramme de radium-élément par litre.

Le débit de la source du *Quai* étant de 96500^l par jour (³), son hororadioactivité aqueuse est de 10052 millimicrocuries-heure, correspondant à une puissance radioactive de 1340 microgrammes de radium-élément. Elle déverse par jour une quantité de radium-élément égale à 32 microgrammes. La quantité journalière de sels déversés est de 307^{kg}, renfermant $\frac{1}{10}$ microgramme de radium-élément par kilogramme.

Les variations possibles des caractéristiques radioactives susvisées feront l'objet d'une prochaine étude ainsi que la teneur en émanations à vie courte.

(¹) *Sur la radioactivité des gaz qui proviennent de l'eau des sources thermales* (*Comptes rendus*, **142**, 1906, p. 1462).

(²) D'après Jacquot et Wilm, *Les eaux minérales de France* (Paris, Baudry et Cie, 1894), p. 522.

(³) Jacquot et Wilm, *loc. cit.*

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'isolement des tendances dynamiques dans les régions à forte variation diurne de la pression*. Note de M. **Dedebant**, présentée par M. Deslandres.

Dans les pays où la pression présente une forte variation diurne (Espagne-Maroc), l'application de la méthode des variations présente de grosses difficultés, l'amplitude de la variation diurne étant supérieure à celle de l'onde dynamique. La difficulté, déjà sensible avec les variations en douze heures, devient considérable avec les tendances, desquelles il est impossible même de déduire si le baromètre monte ou descend.

Nous avons essayé divers procédés qui ne nous ont pas donné satisfaction. Celui qui nous avait semblé le plus pratique consistait à soustraire la tendance moyenne de la saison, de la tendance observée. Mais l'oscillation diurne est trop variable d'un jour à l'autre pour que cette méthode ait quelque valeur. Actuellement, nous avons envisagé le procédé suivant qui semble devoir donner de bons résultats.

On admet que l'oscillation diurne de la pression est le résultat de la superposition de deux ondes :

1° L'une, à période semi-diurne, indépendante des conditions locales, fonction uniquement de la latitude, et probablement due à une vibration d'ensemble de l'atmosphère;

2° L'autre, à période diurne, causée par la variation diurne de la température dans les couches d'air voisines du sol.

Nous avons commencé par isoler ces deux ondes. L'influence de la première sur la tendance peut être considérée comme invariable d'un jour à l'autre. La seconde doit avoir une influence proportionnelle à la variation de température. Si, en effet, les ondes diurnes de température et de pression étaient des ondes sinusoïdales parfaites, en opposition de phase, comme cela est approximativement réalisé, la courbe représentant la pression en fonction de la température serait une droite. En fait, nous avons trouvé une courbe très aplatie, avec parfois des points doubles vers les extrémités. Assimilant cet ovale à une droite moyenne, nous trouvons que la variation de pression Δp due à l'oscillation diurne, pendant un temps Δt, est proportionnelle (et de signe contraire) à la variation $\Delta\theta$ de température pendant le même temps

$$dp = -K\Delta\theta,$$

K étant, jusqu'à nouvel ordre, un coefficient particulier à chaque station (en fait il nous a semblé que K était surtout fonction de l'altitude seule).

L'avantage de cette méthode est de substituer à une correction fixe pour chaque jour, comme il était fait jusqu'à présent, une correction dépendant des circonstances actuelles.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le chondriome des végétaux.* Note [1] de M. **Louis Emberger**, transmise par M. Flahault.

Depuis 1910 le problème des plastes est inséparable de celui du chondriome. On peut diviser les travaux traitant de cette question en trois groupes suivant l'opinion qu'elles expriment :

1° Les chloroplastes et leurs homologues sont indépendants et n'ont pas la moindre relation génétique avec les mitochondries, mais ils leur ressemblent lorsqu'ils sont très petits (Rudolph, Scherrer, Sapehine, Mottier, Noack, et aussi Schimper et Dangeard).

2° Les chloroplastes et leurs homologues dérivent de mitochondries; ils sont des mitochondries différenciées (Pensa, Lewitzky, Meves, Alvarado, Friederich et Guilliermond dans ses premiers travaux).

3° Les chloroplastes et leurs homologues ont leur cycle évolutif propre; lorsqu'ils sont au repos, ils ont tous les caractères morphologiques et histochimiques des mitochondries. Plastes et mitochondries répondent alors à la même définition. Ces deux sortes d'éléments forment le chondriome de la cellule végétale. Celui-ci est donc composé de deux *lignées* ou *variétés* indépendantes et parallèles. Le chondriome des végétaux verts est composé de mitochondries + plastes, celui des êtres sans chlorophylle de *mitochondries* seules. L'absence de la lignée des plastes chez ces derniers s'expliquerait par une dégradation progressive suivie de leur disparition à la suite de l'adaptation à la vie hétérotrope (Guilliermond, Mangenot, Emberger);

La deuxième théorie ne peut plus être soutenue depuis que la réversibilité des plastes a été découverte. La division des opinions au sujet des deux autres montre que ni l'une ni l'autre ne donne toute satisfaction. Puisque les plastes ont leur cycle évolutif propre et sont biologiquement prédestinés dès l'origine, on peut toujours les appeler plastes, même lorsque

---

[1] Séance du 20 juillet 1925.

leurs caractères morphologiques et histochimiques les identifient avec les mitochondries. D'autre part, de nombreux travaux montrent des relations certaines entre les plastes et les mitochondries et justifient la conception dualiste. En outre la formule *mitochondries + plastes* pour le chondriome des végétaux verts et *mitochondries* pour les êtres sans chlorophylle établit dans le monde vivant une division arbitraire. L'hypothèse de la dégradation de la lignée des plastes chez les êtres sans chlorophylle se heurte également à des objections. Le problème de l'origine et de la valeur morphologique des plastes végétaux est ainsi acculé dans une impasse dont il faut le dégager. Ce fut le but de nos recherches cytologiques pendant ces trois dernières années. Nous en résumons ci-après les résultats.

Il faut, pour juger, la valeur du chondriome, s'adresser à l'ensemble des êtres vivants. En effet, chez les végétaux verts la parenté des plastes et des mitochondries peut être discutée.

Prenons pour point de départ les Algues vertes. Les plastes et les mitochondries y sont disjoints au maximum; les différences s'estompent chez les Flagellés incolores; elles s'effacent dans la cellule animale. D'autre part on observe une série de phénomènes de convergence des deux catégories d'éléments chez les Rhodophycées, Phæophycées, Muscinées, Charophytes, Cryptogames vasculaires et Phanérogames. Mais, dans la cellule animale, l'unification du chondriome est permanente et absolue, alors que dans la cellule végétale elle est, lorsqu'elle s'établit, passagère, incomplète, elle n'efface pas la prédestination biologique des éléments, et, de plus, elle ne se produit que dans les tissus à métabolisme hétérotrope (méristèmes, cellules mères diverses, etc.). En outre elle est directement proportionnelle au degré de vie hétérotrope de la cellule.

Partant de la cellule verte des Phanérogames on constate aussi une série de faits tendant à l'unification des deux catégories d'éléments réalisés chez les Champignons en passant par les Phanérogames parasites. Il y a, de plus, des relations entre les champignons et les Rhodophycées, ces Algues et les Cryptogames vasculaires. L'ensemble du chondriome se présente ainsi à nos yeux avec une remarquable unité. A ne considérer que les êtres chlorophylliens on ne peut admettre que la première théorie, mais la prise en considération de tous les faits connus chez les êtres vivants, seule méthode susceptible de donner une solution satisfaisante du problème, montre aussi que la nature mitochondriale des plantes ne peut être contestée, comme le veut la troisième théorie. Les chloroplastes sont donc bien des mitochondries.

Le chondriome des êtres vivants est fondamentalement unitaire. Cette conception découle naturellement des faits. Elle fixe aussi le rôle des *mitochondries inactives*; ce terme doit être abandonné. Toutes les mitochondries sont actives à la façon des plastes, mais à des degrés divers (nous avons observé des états d'activité manifeste chez ces *mitochondries dites inactives*). Dans le chondriome d'un être chlorophyllien certains éléments, les chloroplastes et leurs homologues, destinés à jouer un rôle très particulier et d'importance capitale sont rigoureusement spécialisés. Cette spécialisation comporte un cycle évolutif propre. Les autres, ayant des rôles de moindre importance, de l'ordre de ceux que remplissent les mitochondries animales, ne sont pas spécialisées à un haut degré.

Dans la cellule sans chlorophylle toutes les mitochondries sont actives; mais le fait de la vie hétérotrope ne nécessite pas la spécialisation à un degré aussi élevé que dans la cellule verte. La différenciation des mitochondries de la cellule sans chlorophylle ne dépasse pas le stade morphologique du jeune amyloplaste de la cellule verte.

Nous pensons que le chondriome des êtres vivants est par essence unitaire avec des potentialités diverses dont l'une est remarquablement developpée chez les êtres chlorophylliens. Cette conclusion concilie toutes les opinions sur la valeur morphologique des plastes en enlevant aux théories précitées ce qu'elles ont de trop absolu.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des graisses de palmiers d'Amérique. Sur le beurre de Murumuru.* Note de MM. **Émile André** et **Franck Guichard**, transmise par M. Charles Moureu.

Dans la grande famille botanique des palmiers, nombreux sont les genres particuliers à la flore de l'Amérique tropicale et subtropicale. Leur étude au point de vue des produits utiles que l'on pourrait en tirer est encore peu avancée. Le genre *Astrocaryum*, de la tribu des Cocosés, compte trente-huit espèces répandues dans les vastes régions qui s'étendent du Mexique jusqu'au Pérou. Un certain nombre d'entre elles croissent dans notre colonie de la Guyane : *A. guyanense*, *A. mexicanum*, *A. plicatum* *A. Murumuru*, etc. Cette dernière espèce est assez abondante dans les forêts du bassin de l'Amazone.

C'est un palmier de taille relativement faible qui ne dépasse pas 5 à 6^m de hauteur; ses feuilles peuvent avoir jusqu'à 4^m de long. Le fruit est une drupe de 5 à 6^{cm} et dont le diamètre atteint les deux tiers de la longueur.

La chair de l'épicarpe est fibreuse; de saveur douce; elle contient une graisse qui ne paraît pas avoir été étudiée. On trouve à l'intérieur une seule graine enveloppée dans un endocarpe ligneux de 2^{mm} d'épaisseur; elle est de forme allongée; brune et chagrinée à l'extérieur, blanche à l'intérieur; sa consistance est dure et cornée.

A deux reprises nous avons reçu des échantillons de cette graine dont nous avons extrait un beurre végétal assez semblable aux beurres de coco et de palmiste, mais de consistance plus ferme.

L'hectolitre de graines pèse environ 60^{kg}. Par broyage et épuisement à l'éther de pétrole elles ont fourni 40 et 42 pour 100 d'une graisse dont les principaux caractères sont consignés dans le tableau suivant :

	1.	2.
Point de fusion	34-35°	34-35°
Densité	»	0,918 à 15°
Indice de réfraction $n_D^{31°}$	»	1,4535
Indice de saponification	241,5	240,0
Indice d'iode (Hanus)	11,5	11,2
Indice de Reichert-Meissl	3,14	2,8
Indice de Polenske	»	6,9
Indice de Hehner	92,7	»

Méthanolyse. — Pour étudier plus complètement sa composition, nous avons soumis cette graisse à la méthanolyse qui est certainement la méthode de choix pour l'étude de la plupart des beurres végétaux. Nous sommes partis de 300^g de matière première et nous avons obtenu, en suivant rigoureusement la technique indiquée par Haller (¹), 295^g d'éthers méthyliques qui ont été soumis à la distillation sous pression réduite. Le fractionnement a donné les résultats suivants

Fractions.	Poids.	Température de distillation.	Indice de saponification.	Indice d'iode (Hanus).
1	10.42	132-142°	277,0	0,0
2	33,5	142-152	251,0	0,0
3	70,9	152-156	243,6	0,0
4	60,5	156-166	243,0	0,0
5	25,7	166-176	227,5	5,0
6	33,7	176-186	208,5	9,5
7	19,7	186-196	205,0	24,2
8	29,7	196-207	188,5	64,1
Résidu brun	12,0	–	–	–

(¹) *Comptes rendus*, 143, 1906, p. 657.

En poursuivant les distillations fractionnées il a été possible de retirer des produits de tête de l'acide caprylique et de l'acide caprique, mais pas d'acide caproïque.

En soumettant au traitement des distillations fractionnées successives les fractions intermédiaires et les fractions de queue, nous avons pu en outre caractériser la présence dans le beurre de murumuru des acides gras suivants : acide laurique (en abondance), acide myristique, acide palmitique, acide stéarique et acide oléique.

De la fraction 8 nous avions retiré par refroidissement et centrifugation une petite quantité de cristaux fondant, après essorage, à 51-52°. Nous avons pensé que nous devions avoir affaire à de l'arachidate de méthyle dont le point de fusion est de 54°,5 (point de fusion du stéarate de méthyle, 38°), mais la quantité de produit dont nous disposions ne nous permettait pas de poursuivre plus avant l'identification. Nous avons alors extrait tous les acides gras solides de la fraction 8 et nous les avons fait cristalliser dans l'alcool en suivant la méthode classique indiquée dans tous les ouvrages pour la recherche de l'acide arachidique. Nous avons obtenu un mélange d'acides gras fondant entre 67 et 74°. Cette expérience pourrait suffire pour donner la conviction que l'acide arachidique existe bien dans la graine étudiée. Toutefois, comme nous n'avons pas isolé cet acide lui-même à l'état pur, nous nous contenterons de dire qu'il existe certainement dans le beurre de murumuru un acide gras solide de condensation supérieure à celle de l'acide stéarique.

En résumé, le beurre de murumuru ressemble beaucoup aux beurres de coco et de palmiste. Il en diffère par son point de fusion plus élevé, par l'absence d'acide caproïque et par la présence d'un acide fondant au-dessus de 69°.

MICROBIOLOGIE. — *Un nouveau mode de conservation et d'envoi des Trypanosomes et des Spirochètes dans des larves de* Galleria melonella. Note de M. **E. Ivanoff**, présentée par M. Roux.

L'entretien continu d'une culture de Trypanosomes vivant dans le sang des Mammifères n'a été assuré jusqu'ici, que par voie de transmission du sang d'un animal infecté à un animal sain. Or, il arrive assez souvent que dans ces conditions on se voit forcé de renouveler l'inoculation tous les deux ou trois jours, comme cela a lieu, par exemple, dans tous les cas où l'on utilise les souris blanches pour la conservation des espèces *T. equiperdum*,

T. Brucei, *T. Pecaudi* et autres. L'emploi de cette méthode, dans les laboratoires, oblige à sacrifier, pour l'entretien d'une culture de Trypanosomes, de 120 à 180 souris par an, et ce nombre atteint presque un millier s'il s'agit de conserver cinq espèces seulement. L'expédition des Trypanosomes à une grande distance impose la nécessité, toutes les fois que chez l'animal de passage (la souris blanche, par exemple) la période d'incubation est de courte durée, de confier l'animal infecté à une personne capable de faire l'inoculation nécessaire en cours de route. L'envoi des Trypanosomes dans un animal chez lequel l'incubation est plus prolongée détermine souvent la modification des propriétés biologiques des Trypanosomes, ce qui n'est pas sans inconvénients, quelquefois sérieux.

Nous nous croyons donc aujourd'hui autorisé à recommander un mode plus économique et plus commode d'assurer l'entretien des Trypanosomes et leur expédition à des distances relativement considérables, en leur permettant de rester en route cinq à six jours au moins, quelquefois même plus longtemps encore.

Nous avons constaté que les larves de *Galleria melonella* auxquelles on a injecté, en observant toutes les prescriptions de l'asepsie, des Trypanosomes des espèces : *Brucei*, *Pecaudi* et *Lewisii* et des Spirochètes *Duttoni*, continuent à vivre et peuvent, à la température du laboratoire, maintenir la virulence du parasite pendant un certain temps assez variable ; dix à onze jours, par exemple, pour les Trypanosomes *equiperdum*, et cinq à six jours pour les Spirochètes *Duttoni* et les Trypanosomes *Brucei*, *Pecaudi* et *Lewisii*. Le sang de ces larves infectées injecté sous la peau ou, mieux encore, dans la cavité abdominale de l'animal choisi pour cette expérience, provoque généralement l'infection de celui-ci. La période d'incubation se trouve ordinairement prolongée et il en résulte que les souris inoculées avec le parasite venant de la larve meurent trois ou quatre jours plus tard que celles infectées avec le sang d'une souris de passage. Mais une inoculation à une nouvelle souris non seulement ramène la période d'incubation et la maladie à leur durée normale ou même réduit celle-ci. Cela prouve suffisamment que la virulence des Trypanosomes ne se trouve nullement diminuée à la suite de leur passage par le corps larvaire de *Galleria melonella*.

Pour toutes ces raisons, les larves de *Galleria melonella* pourraient être introduites avec succès dans la pratique des laboratoires :

1° Pour assurer la continuité des cultures des Trypanosomes et de quelques Spirochètes, au moyen d'inoculations pratiquées alternativement sur des larves et sur des souris, car les Trypanosomes, tout en conservant

d'abord leur faculté de se reproduire par division dans le sang des larves, n'en finiraient pas moins à la longue par diminuer assez rapidement.

2° Dans tous les cas où l'on aura besoin d'expédier des Trypanosomes et de leur faire effectuer un voyage de plusieurs jours, il y aura avantage à substituer les larves de *Galleria melonella* aux souris et aux cobayes, et cela d'autant plus que ces larves sont susceptibles d'être envoyées par la poste et ne nécessitent aucun emballage compliqué.

J'ai eu, cette année, l'occasion de faire le premier essai de transport de Paris à Moscou par Berlin, de Trypanosomes *Brucei*, *Pecaudi* et *Lewisii* et de Spirochètes *Duttoni*, inclus dans des larves de *G. melonella* provenant du laboratoire du professeur Mesnil.

Les chenilles ont bien supporté le voyage jusqu'à Moscou.

L'injection aux souris du sang des larves infectées de Trypanosomes *Brucei*, *Pecaudi* et *Lewisii* ou de Spirochètes *Duttoni*, a eu généralement pour résultat l'infection de celles-ci, à l'exception pourtant d'un cas où la souris avait reçu des *T. equiperdum*.

Des résultats analogues ont été constatés à l'Institut vétérinaire de Moscou où l'inoculation du sang de larves infectées 6 jours auparavant avait provoqué l'infection des souris blanches et entraîné leur mort : le cinquième jour avec l'espèce *Pecaudi* et le sixième jour avec l'espèce *Brucei*.

Par conséquent, si on néglige l'insuccès très probablement dû au hasard avec les *T. equiperdum*, cet essai prouve que l'envoi des Trypanosomes sus-nommés et des Spirochètes *Duttoni* dans des larves de *Galleria melonella* devient possible pour des trajets qui pourraient durer de 5 à 6 jours et même, pour certaines espèces (Spirochètes *Duttoni* et Trypanosomes *Lewisii*), jusqu'à 7 jours et que, par ce nouveau mode d'expédition, l'échange de cultures entre certains centres tels que, par exemple, Paris et Moscou — surtout en empruntant la voie aérienne — pourraient être dorénavant réalisé, supprimant les difficultés qui l'ont rendu jusqu'ici presque impraticable.

M. **Joseph Léome** adresse une Note intitulée : *Sur une période de* 93 *ans*.

La séance est levée à $15^h 20^m$.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AOUT 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire Perpétuel** annonce à l'Académie le décès de M. **Hugo Hildebrand Hildebrandsson**, Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation.

En offrant à l'Académie un Mémoire intitulé : *La constitution lithologique de l'Archipel des Comores*, M. **A. Lacroix** s'exprime ainsi :

Le travail que je dépose sur le bureau et qui a été imprimé dans les *Comptes rendus du Congrès international géologique de Bruxelles* est consacré aux roches volcaniques des Comores sur lesquelles j'ai donné une vue d'ensemble au point de vue minéralogique et chimique. La conclusion qui ressort de cet exposé est que les Comores appartiennent à la même province lithologique que le nord-ouest de Madagascar.

Une autre conclusion importante est fournie par l'étude des blocs de roches granitiques, gneissiques, péridotiques, etc., récoltés à Mutsamudu (Anjouan) et à Mayotte (Dzaoudzi); elle montre que les hauts fonds sur lesquels se dresse l'archipel des Comores, entre Madagascar et la côte d'Afrique, et sur la constitution desquels on n'avait aucune donnée, sont formés par des roches éruptives grenues et des schistes cristallins offrant une grande analogie avec ceux du massif central de Madagascar.

Depuis que ce Mémoire a été écrit, j'ai pu faire faire des récoltes de roches à Anjouan, qui permettent de montrer, en outre, qu'au milieu des coulées et des tufs volcaniques se trouvent, comme dans le massif du Piton des Neiges à la Réunion, des intrusions de roches basiques grenues (gabbros à olivine, etc.).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination du coefficient d'hystérésis au moyen d'appareils à aimant tournant.* Note [1] de M. André Blondel.

J'ai imaginé autrefois un dispositif d'hystérésimètre, mesurant l'hystérésis tournante au moyen de la rotation d'un aimant, dispositif qui a été réalisé sous une forme élégante par un constructeur parisien [2].

L'appareil comprend un aimant en fer à cheval, mis en rotation, à la main, au moyen d'un multiplicateur de vitesse à poulie et courroie, autour d'un axe vertical. Les pôles de cet aimant tournent autour d'un paquet de tôles découpées en forme d'anneaux, et empilées les unes au-dessus des autres, en assez grand nombre; ce paquet de tôles est monté sur un second arbre tournant entre pivots et sur lequel on fixe un index; un ressort à boudin limite les déplacements angulaires imprimés à cet arbre par l'hystérésis. L'index permet de mesurer les déviations produites successivement dans les deux sens, en inversant la rotation.

Ce dispositif, malgré ses avantages reconnus, présente deux inconvénients:

1° Il ne permet pas d'obtenir dans les paquets de tôles des inductions très élevées;

2° Il ne donne pas une mesure absolue du coefficient d'hystérésis, car l'appareil est étalonné simplement par une mesure réalisée avec des tôles de coefficient η connu, et l'on suppose que l'induction reste la même quand on change le paquet de tôles; en conservant la même forme et le même nombre de tôles d'épaisseur constante.

On peut remédier à ces inconvénients assez facilement, de la manière suivante:

1° On accroît considérablement l'induction en réduisant le nombre des tôles employées à un très petit nombre, un ou deux, par exemple. Comme ces tôles annulaires reçoivent le flux de l'aimant, non pas seulement par la tranche, mais par leurs faces supérieure et inférieure, la perméabilité du circuit magnétique n'est pas diminuée autant que le nombre de tôles. Par la même occasion, on obtient cet avantage que, les tôles ne jouant plus qu'un rôle très faible dans la composition du circuit magnétique extérieur à l'aimant, et la réluctance offerte au flux étant principalement celle de l'air, le flux qui traverse les tôles tend à devenir une constante: par consé-

---

(1) Séance du 20 juillet 1925.

(2) Cf. *Comptes rendus*, **127**, 1898, p. 957.

quent, l'induction maxima dans l'échantillon $\mathfrak{B}_m$ reste désormais sensiblement la même pour les différents échantillons que l'on a à comparer.

2° On fait varier cette induction dans certaines limites en ajoutant au-dessus des pôles de l'aimant tournant un shunt magnétique, en forme d'anneau plat, fixé de manière qu'on puisse le rapprocher verticalement à une distance plus ou moins grande de l'aimant tournant; le flux de l'aimant étant limité, toute la partie qui passe par le shunt est perdue pour les tôles. On peut ainsi étalonner d'avance le flux qui traverse les tôles pour différentes positions du shunt; en pratique, il suffit de fixer le shunt dans une ou deux positions différentes, ou d'employer un ou deux shunts de section très différente. On peut ainsi obtenir deux ou trois valeurs de l'induction maxima $\mathfrak{B}_m$ qui traverse les tôles et connaître à l'avance ces valeurs, par des mesures balistiques, si l'on a soin d'employer des tôles ayant toujours même gabarit et même section.

Il suffit dès lors de remarquer que l'expression du couple exercée par l'aimant tournant sur l'échantillon annulaire est

$$C\theta = V\eta\mathfrak{B}_m^n, \qquad (1)$$

en appelant C le coefficient de torsion, θ l'angle de déviation, V le volume du fer, n un exposant voisin de 1,6, η le coefficient cherché. Elle se traduit, si l'on passe aux logarithmes, par l'équation linéaire

$$\log\theta = n\log\mathfrak{B}_m + \log\eta + \log\frac{V}{c}. \qquad (2)$$

Si donc on porte les déviations mesurées θ en ordonnées, et les inductions correspondantes, $\mathfrak{B}_m$ en abscisses, les deux ou trois points obtenus déterminent une droite dont le coefficient angulaire est égal à l'exposant n de $\mathfrak{B}_m$ dans la formule (1), tandis que l'ordonnée à l'origine donne la mesure du coefficient d'hystérésis cherché η, augmenté de la constante $\log\frac{V}{c}$.

3° Un autre perfectionnement qu'il était intéressant d'apporter à l'appareil pour en rendre la manœuvre facile, c'est de remplacer la commande à main par un petit moteur électrique du type universel, avec un inverseur permettant de provoquer rapidement dans les deux sens la rotation de l'aimant.

4° L'appareil ancien reposant, comme on l'a dit plus haut, sur l'emploi d'échantillons annulaires, ne mesure que l'hystérésis tournante; les échantillons annulaires ont le grand avantage d'éviter toute cause d'erreur, pouvant résulter de l'inégale répartition du flux dans l'échantillon, car la

mesure obtenue ne dépend que de l'induction maxima; mais dans la pratique, il est souvent désirable de connaître l'hystérésis alternative.

Pour pouvoir étudier cette dernière par des procédés analogues, j'ai étudié un autre appareil, utilisant encore le principe de l'aimant tournant avec shunt réglable, mais dans lequel l'équipage mobile est formé d'un disque en matière isolante de grand diamètre (19^{cm}) muni d'une rainure dans laquelle on place un échantillon formé de deux bandes rectilignes de tôle de 20^{cm} de longueur recourbées perpendiculairement à chaque extrémité de façon à présenter un bord vertical de 5^{mm}; ces deux tôles sont placées au-dessus l'une de l'autre, de façon que leur ensemble présente pour le flux, une surface d'entrée de 10^{mm} de hauteur environ.

L'aimant tournant, en forme de fer à cheval très ouvert, sera muni de pièces polaires en forme de becs effilés; chaque pièce polaire ayant en coupe la forme d'un barreau court de 3^{cm} de hauteur environ, terminé par deux quarts de rond concaves dont l'ensemble forme un bec du côté de l'échantillon.

Ces dispositions ont pour but de concentrer le flux de l'aimant sur la partie recourbée de l'échantillon et de réduire au minimum les flux parasites qui peuvent s'échapper des pièces polaires pour pénétrer dans les parties de l'échantillon situées entre les deux extrémités de celui-ci. Il importe, en effet, que les flux soient autant que possible constants dans toute la longueur de l'échantillon.

Cet appareil est en voie de réalisation et l'expérience montrera bientôt s'il répond aux prévisions exposées ci-dessus.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence de l'argon dans les cellules vivantes.* Note [1] de MM. **Amé Pictet**, **Werner Scherrer** et **Louis Helfer**.

Dans une précédente Note [2], nous avons montré que, dans la fermentation alcoolique du glucose, il se produit une certaine quantité d'argon. Il restait à rechercher si cet argon préexiste dans la levure. Nous avons, dans ce but, desséché à 25° dans le vide et sur de l'acide sulfurique, un peu de levure comprimée du commerce. $0^{g},9802$ du produit sec ont été mélangés à de l'oxyde de cuivre et chauffés au rouge dans un courant de gaz

(1) Séance du 3 août 1925.
(2) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1629.

carbonique pur, selon la méthode de Dumas pour le dosage de l'azote. Le gaz ainsi obtenu a été mélangé à 3-4 fois son volume d'oxygène et soumis, dans un eudiomètre à mercure, à l'action de l'étincelle électrique en présence d'une solution de potasse caustique, puis l'oxygène en excès absorbé par le pyrogallol. Il est resté $0^{cm^3},30$ d'un gaz que son spectre a caractérisé comme étant de l'argon pur.

Une seconde expérience, faite avec $0^{g},9518$ de levure, a fourni $0^{cm^3},26$ du même gaz.

Il résulte de ces deux analyses que 1^{g} de levure sèche contient de 0,28 à $0^{cm^3},31$ d'argon.

Nous avons recherché ensuite si certains tissus d'origine animale donneraient aussi de l'argon par combustion.

Une petite quantité de cervelle fraîche de mouton a été desséchée dans le vide à la température ordinaire. $1^{g},0116$ du produit, brûlés avec de l'oxyde de cuivre, ont donné 51^{cm^3} d'azote brut. $23^{cm^3},5$ de cet azote ont laissé dans l'eudiomètre $0^{cm^3},4$ d'argon. D'où l'on calcule que 1^{g} de cervelle sèche contient $0^{cm^3},86$ d'argon, soit trois fois plus que la levure.

Nous avons, d'autre part, coagulé du sang de bœuf, séparé le caillot par centrifugation et séché dans le vide. $1^{g},4362$ de ce caillot sec ont donné par combustion 60^{cm^3} d'azote brut, et 40^{cm^3} de cet azote ont laissé un résidu d'argon mesurant $0^{cm^3},8$. D'où l'on calcule que 1^{g} de caillot sec contient $0^{cm^3},84$ d'argon, quantité très voisine de la précédente.

Une question essentielle se posait : cet argon, dégagé des trois matériaux examinés, fait-il partie intégrante de leur substance, ou est-il retenu par eux grâce à une simple adhésion superficielle ? On sait en effet avec quelle énergie les corps pulvérulents, et surtout colloïdaux, adsorbent et retiennent l'air et les gaz ambiants, même après avoir séjourné longtemps dans le vide. Ce phénomène interviendrait-il dans les cas qui nous occupent ? Il est vrai que, pour dégager $0^{cm^3},84$ d'argon, 1^{g} de caillot sanguin devrait avoir adsorbé 80^{cm^3} d'air, ce qui paraît excessif. Mais on pourrait, à la rigueur, songer à un pouvoir d'adsorption électif de ce caillot pour l'un des éléments de l'air.

Afin d'élucider ce point, nous avons répété notre expérience avec deux des composés chimiques définis qui sont contenus dans le caillot, la fibrine et l'hémoglobine, tous deux pris à l'état de pureté parfaite et séchés seulement à l'air. Nous les avons brûlés dans les mêmes conditions que le caillot lui-même. Ni l'un ni l'autre ne nous ont donné la moindre trace d'un gaz inerte.

Il nous paraît ainsi prouvé que l'argon que nous avons obtenu par combustion du caillot sanguin ne s'y trouvait pas retenu grâce à un phénomène d'adsorption superficielle, car ce phénomène aurait dû se manifester aussi pour la fibrine et l'hémoglobine. L'argon fait donc partie intégrante de la matière même du caillot. On peut sans doute en dire autant de la cervelle et de la levure.

Sous quelle forme s'y trouve-t-il? Nous ne pensons pas que ce soit à l'état d'un composé. Nous croyons plutôt qu'il est inclus, à l'état gazeux, dans les cellules de la levure et de la matière cérébrale, ainsi que dans les globules du sang, et qu'il ne s'en échappe que lorsque les parois de ces cellules viennent à être rompues. Quant à son origine, ce sera à de nouvelles expériences à la déterminer.

NOMINATIONS.

M. E. **Fichot** est désigné par l'Académie pour faire partie d'une Commission de la *Conférence Panpacifique*, s'occupant de la température, de la salinité, de la concentration en ions hydrogène et des courants de l'océan Pacifique.

CORRESPONDANCE.

La **Société des Sciences de Varsovie** adresse une lettre de remercîments en réponse à un télégramme de félicitations qu'avait envoyé l'Académie à l'occasion de l'inauguration de l'*Institut français de Varsovie*.

M. le **Président du Conseil, Ministre de la Guerre**, invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres qui feront partie du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique* pour l'année scolaire 1925-1926.

M. **Ch. Maurain** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section de Géographie et Navigation par le décès de M. *L. Gentil.*

M. **Maxime Forest**, M. **Marcel Guichard** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à la place de *Directeur des Essais*, vacante à la Monnaie.

ÉLECTRICITÉ. — *Perturbations aux extrémités d'une ligne qui est le siège d'ondes électromagnétiques stationnaires*. Note de MM. **C. Gutton** et **E. Pierret**, transmise par M. G. Ferrié.

Pour mesurer l'internœud d'un système d'ondes électromagnétiques stationnaires, on déplace le long de la ligne un pont qui réunit les deux fils, on joint ces fils à leur origine par une soudure thermoélectrique reliée à un galvanomètre et l'on cherche les positions du pont pour lesquelles la ligne est en résonance.

S'il n'y avait pas de perturbations aux extrémités, la longueur totale de chacun des fils serait alors un multiple de la demi-longueur d'onde. Or on observe toujours une longueur plus courte. En particulier, la longueur de la ligne pour la première position de résonance du pont est inférieure à la demi-longueur d'onde. La différence est très petite pour des ondes de plusieurs mètres se propageant le long d'une ligne dont les fils sont distants de 1 à 2^{cm}, mais elle atteint une valeur importante pour les ondes très courtes.

On est alors obligé, pour mesurer leurs longueurs, de déterminer plusieurs positions de résonance du pont et de déduire la demi-onde de la distance entre deux positions consécutives. Les mesures sont alors plus longues, et aussi moins précises, car le très fort affaiblissement, lors de la propagation le long des fils, des ondes courtes, diminue beaucoup le courant de résonance dans une ligne dont la longueur est de plusieurs demi-ondes.

L'étude des harmoniques [1] permet de déterminer la perturbation aux extrémités d'une ligne et de construire une courbe ou un tableau donnant la valeur de cette perturbation pour les diverses longueurs d'ondes. La ligne peut alors être utilisée pour la mesure des longueurs d'ondes courtes, cette mesure nécessitant seulement la connaissance de celle des positions du pont qui correspond à la vibration en demi-onde.

---

[1] C. Gutton et E. Pierret, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1910.

Imaginons en effet un oscillateur dont la longueur d'onde fondamentale est assez longue pour que la perturbation aux extrémités soit négligeable, ce dont on peut s'assurer en vérifiant que les divers internœuds sont égaux. Cet oscillateur fournit aussi des harmoniques dont la longueur d'onde se trouve connue d'avance. La détermination des positions du pont qui correspondent aux résonances de ces harmoniques permet donc de connaître la perturbation aux extrémités pour des ondes courtes.

Nous avons constaté, en utilisant divers oscillateurs, que la correction est bien indépendante de l'oscillateur employé. Le tableau suivant donne les résultats de trois séries de mesures. La ligne était constituée par deux fils de cuivre de $0^{cm},1$ de diamètre, distants de $1^{cm},5$; le pont était une lame de cuivre rectangulaire de dimensions 5×6^{cm}. La soudure thermoélectrique était en fils de fer et de constantan de $0^{mm},05$.

Le tableau donne pour les harmoniques successifs, h_1 désignant le fondamental, la distance D en centimètres entre la soudure et la position du pont correspondant à la vibration en demi-onde, la distance D_0 que l'on déduirait de l'ordre de l'harmonique et leur différence Δ.

Pour les oscillateurs I et II, dont l'onde fondamentale est trop courte pour que la correction soit négligeable, cette correction a été déduite de la différence entre les longueurs de ligne qui correspondent à la vibration en onde entière et à la vibration en demi-onde.

	I.			II.			III.		
	D.	D_0.	Δ.	D.	D_0.	Δ.	D.	D_0.	Δ.
h_1.....	154,50	"	0,00	89,05	89,35	0,30	94,25	94,55	0,30
h_2.....	76,80	77,25	0,45	43,95	44,67	0,72	46,60	47,27	0,60
h_3.....	50,90	51,50	0,60	28,35	29,78	0,93	30,65	31,52	0,87
h_4.....	37,90	38,62	0,72				22,65	23,64	0,99
h_5.....	30,00	30,90	0,90						
h_7.....	21,00	22,07	1,07						

Nous avons, d'autre part, constaté qu'en déterminant, pour quelques harmoniques assez intenses, plusieurs internœuds consécutifs, la différence entre le premier internœud et le second ou entre le second et le troisième donnait bien, aux erreurs expérimentales près, la même correction; les courbes de résonance pour des lignes de plusieurs internœuds de longueur et des ondes très courtes sont si aplaties que ce dernier procédé de détermination de la correction comporte moins de précision que le premier.

Les corrections aux extrémités pour les divers harmoniques n'étant pas les mêmes, il en résulte que des positions de résonance du pont qui devraient correspondre à la fois à plusieurs harmoniques ne sont pas exactement confondues. Nous avons pu, en particulier, pour les oscillateurs I ou III distinguer entre les positions du pont qui correspondent à la

vibration en demi-onde de l'harmonique 2 et à la vibration en onde entière de l'harmonique 4.

La période fondamentale d'un oscillateur fortement couplé à une ligne en résonance n'est pas la même que celle de cet oscillateur en couplage très lâche ou couplé à une ligne non accordée; mais nous avons constaté que le couplage avec la ligne ne modifiait pas la période fondamentale lorsque cette ligne était accordée, non plus sur le fondamental mais sur un de ses harmoniques. La stabilité seule de l'oscillation est diminuée lorsque la ligne, empruntant de l'énergie à la fréquence d'un harmonique, diminue l'amplitude de celui-ci dans le courant de plaque de l'oscillateur.

Lorsque, pour mesurer la longueur d'onde d'un harmonique peu intense, on est obligé de coupler fortement l'oscillateur à la ligne, la longueur mesurée ne correspond donc pas à la période fondamentale mesurée avec le même couplage, mais à la période qui serait mesurée en couplage très lâche.

PHYSIQUE DES RADIATIONS. — *Variation de la tension superficielle des liquides sous l'influence du rayonnement.* Note (¹) de MM. **A. Grumbach** et **S. Schlivitch**, transmise par M. Cotton.

En dehors de la diminution de la tension superficielle du mercure émettant des photo-électrons, découverte par M. Popesco (²), on n'avait constaté jusqu'à présent aucune action du rayonnement sur la constante capillaire des liquides. Ayant été amenés à reprendre la recherche de ce phénomène, nous nous sommes assurés de son existence par une méthode que nous décrirons ici.

Quelques accroissements de hauteur observés par la méthode des ascensions étaient trop faibles pour qu'on en conclût autre chose que l'insuffisance des procédés classiques de mesure des tensions superficielles. Nous avons obtenu des résultats positifs grâce à une méthode fondée sur un procédé qui a parfois servi à montrer la variation de la constante capillaire avec la température : on introduit un index liquide dans un tube cylindrique horizontal; si la tension superficielle varie sur l'un des ménisques, le liquide mouillant le verre se met en marche dans la direction où la tension

(¹) Séance du 3 août 1925.

(²) Popesco, *Sur les propriétés capillaires et photo-électriques du mercure*, Thèse, Paris, 1924, p. 91.

superficielle est la plus grande. On mesure les déplacements au moyen d'un microscope muni d'un micromètre oculaire; l'index constitué par le liquide actif se déplace du côté du ménisque éclairé par la lampe à mercure, le reste du liquide étant maintenu dans l'obscurité. Nous n'avons pas, jusqu'à présent, observé de déplacements en sens inverse. Il y a donc, dans les cas étudiés, augmentation de la tension superficielle sous l'influence du rayonnement, phénomène de sens contraire à l'effet calorifique.

On peut transformer l'appareil précédent en un manomètre sensible en incurvant légèrement vers le bas la partie centrale du tube; l'index monte ainsi une pente du côté éclairé et atteint une position d'équilibre. Le tube était immergé dans une cuve de verre contenant cinq litres d'eau, qui servait de thermostat. Des expériences de contrôle ont montré qu'un index d'eau distillée, d'alcool ou de xylène pur ne se déplaçait pas lorsqu'on éclairait un des ménisques, tandis qu'on obtenait un mouvement alternatif en éclairant tour à tour les deux extrémités de l'index constitué par un liquide sensible.

Nous citerons ici quelques liquides qui ont donné des résultats particulièrement nets :

Solution de fluorescéine dans l'eau ou dans l'alcool;
Solution aqueuse de naphtionate de sodium;
Solution aqueuse de sulfofluorène et de son sel de potassium;
Solution aqueuse de nitrate d'uranyle;
Anthracène dissous dans le xylène;
Xylène dissous dans l'alcool;
Pétrole ordinaire.

Par exemple, on obtient, avec une solution de fluorescéine à $0^{g},25$ par litre, un déplacement de $0^{mm},85$ en 24 minutes et, avec le pétrole, $0^{mm},43$ en 16 minutes.

Au cours des observations, on constate parfois des oscillations de l'index ou des déformations quasi périodiques du ménisque; certains liquides peu actifs, comme la solution de vert malachite, ne présentent que ces phénomènes; il faut probablement en chercher l'explication dans l'antagonisme des deux termes du produit $A\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)$, le ménisque s'aplatissant du côté où l'index tend à avancer, par suite de la légère augmentation de la tension superficielle A.

L'activité photocapillaire n'est pas nécessairement liée à la sensibilité photochimique; l'effet est nul avec une solution de chlorure ferrique

additionnée d'acide oxalique et très faible avec une solution de nitrate d'argent.

Étant certains de l'existence du phénomène, nous avons repris la méthode des ascensions en employant un tube capillaire vertical ou incliné de 27° sur l'horizon. L'expérience donne des résultats positifs, à condition d'employer un liquide dont la grande sensibilité ait été éprouvée par la méthode différentielle ; telle est la solution de fluorescéine à la concentration optima de $0^g,25$ par litre. Le liquide monte dans le tube et atteint une nouvelle position d'équilibre au bout de quelques minutes. La variation relative de tension superficielle est de l'ordre du dix-millième.

En rapprochant ces résultats de ceux que l'un de nous a obtenus en étudiant les piles à liquide fluorescent [1], on prévoit que certaines radiations doivent modifier la tension superficielle à la limite d'un fluide et d'un autre milieu quelconque, mais que le phénomène peut être compliqué par la superposition d'effets d'origine distincte.

ÉLECTROCHIMIE. — *Conductibilité par les colloïdes métalliques et ses applications électrotechniques.* Note de M. H. André, transmise par M. G. Ferrié.

En électrolysant de l'acide sulfurique concentré au moyen de deux électrodes en argent pur, reliées à une source de courant alternatif, on constate que, dans le passage du courant, la résistivité du liquide diminue progressivement ainsi que l'électrolyse, qui cesse complètement quand la différence de potentiel entre les électrodes s'est ainsi annulée.

L'acide sulfurique se teint en brun jaune, et son examen à l'ultramicroscope décèle la présence de micelles d'argent colloïdal animées de mouvements browniens de rotation et de translation.

Le même résultat peut s'obtenir avec de l'acide orthophosphorique. De même, le graphite peut, à un degré moindre, remplacer l'argent.

Avec une électrode d'argent colloïdal et un autre métal à oxyde isolant et inattaquable, on obtient un redresseur de courant apte à la recharge des accumulateurs, ou un relais polarisé.

La tension disruptive maximum que peut supporter la cathode en milieu sulfurique concentré est assez comparable d'un métal à l'autre et atteint

---

(1) Grumbach, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 395 ; 180, 1925, p. 1102.

fréquemment 100 volts. La vitesse d'oxydation étant très variable, le choix des matières cathodiques est au contraire assez restreint.

Voici quelques valeurs de la tension efficace redressée par diverses cathodes :

Cuivre pur	8 volts
Nickel	16 »
Ferronickel (50 pour 100)	18 »
Fer doux	25 »
Ferrosilicium	35 »
Silicium	80 »
Densité de courant	1 à 2 ampères : cm^2
Intensité volumique	1 ampère : cm^3
Température optimum	40 à 60° C.

La conductibilité unilatérale nécessitant un courant inverse de réoxydation, la forme de la courbe de tension a une influence très grande sur le fonctionnement. La présence d'une force contre-électromotrice dans le circuit du redresseur est favorable à une bonne commutation.

La capacité présentée par ce système de redresseur est très grande ainsi que le montrent des ondogrammes qui ont été relevés dans ce but.

Il est possible d'obtenir un fonctionnement thermoïonique en desséchant les colloïdes. Le courant s'établit alors à une température de 300 à 400° C., et cesse lors du refroidissement.

Des oscillations de haute fréquence accompagnent, dans ces conducteurs unilatéraux, les ruptures du courant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La turgoélectricité.*

Note (¹) de M. **W. Kopaczewski**, présentée par M. d'Arsonval.

Au cours de nos recherches sur la capillarisation des matières colorantes nous avons observé un virage de certains colloïdes amphotères (²). D'autres expériences, concernant presque tous les indicateurs, ont confirmé cette première observation.

Les indicateurs étudiés, à la condition que leur point isoélectrique ne s'écarte pas trop de $P_H = 7,07$, virent d'une façon plus ou moins nette. Mais, si l'on effectue la capillarisation sur des bandelettes de papier-filtre

---

(¹) Séance du 27 juillet 1925.

(²) W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1530.

préalablement mouillées et après un certain temps (variable selon la qualité du papier, son épaisseur, etc.), ces indicateurs ne virent point ou peu.

Ce fait semble indiquer qu'une dissociation de la molécule aqueuse en ions H^+ et OH^- a lieu pendant la capillarisation des colloïdes.

Nous avons envisagé l'hypothèse suivante : une modification dans la répartition des charges électriques se produit pendant le gonflement des gels. Nous avons essayé de vérifier cette hypothèse.

Un certain nombre de poudres, d'hydrosols et d'hydrogels ont été examinés dans des conditions suivantes : dans une capsule de verre Labo plongeaient deux électrodes en fil de platine platiné; on y versait la substance à examiner et puis de l'eau distillée. A ce moment l'électromètre capillaire accuse un déplacement; après chaque déplacement, il faut attendre un certain temps pour observer une nouvelle oscillation; chaque agitation avec une baguette de verre, en évitant tout frottement, fait accentuer les déplacements du ménisque de l'électromètre.

Voici les valeurs de ces oscillations, suivant la nature des substances :

I. La dispersion des *hydrosols émulsoïdes*, tels que l'inuline, l'amidon soluble, la fibrine, le glycogène, ne donne pas lieu à des déplacements de l'électromètre.

II. Avec les *poudres fines*, telles que le noir animal, la poussière d'amiante, le kaolin et le soufre en fleur, les déplacements du ménisque sont nets, mais, d'une façon générale, très faibles.

III. *Le gonflement des gels*, tels que la coréine, la mucine, la gélatine, la gélose, l'édestine, la gomme arabique, l'amidon, s'accompagne d'oscillations très nettes.

IV. *Le processus de la gélification* (salicylate d'éthyle + eau, hydrate d'alumine + acide acétique) donne lieu à des déplacements les plus accusés.

Dans tous les cas étudiés, les mouvements du ménisque de l'électromètre cessent après 2 à 18 heures au plus tard.

On pourrait se demander quel est le mécanisme de ces oscillations?

Nous avons pensé, en premier lieu, à l'existence d'un potentiel de diffusion. A cet effet, nous avons fait les expériences suivantes : nous avons ajouté à de l'eau distillée quelques gouttes d'un acide ou d'un sel, en solution $\frac{M}{100}$: immédiatement un mouvement du ménisque a pu être observé; mais, ce déplacement cesse au bout de quelques minutes, ou immédiatement, si l'on mélange par agitation le contenu de la capsule : la diffusion

étant terminée, la chute de potentiel n'existe plus. Tout au contraire, en agitant le mélange d'un gel avec de l'eau distillée, on facilite le gonflement et l'on accélère la production des oscillations de l'électromètre.

Il semble donc que *les mouvements du ménisque observés au cours de gonflements des gels répondent à la production d'une nouvelle source de l'électricité :* C'EST LA TURGOÉLECTRICITÉ.

Quel peut être le mécanisme de cette turgoélectricité ?

On sait que les gouttelettes fines qui naissent au cours des chutes d'eau acquièrent une charge électrique positive d'environ $7{,}0.10^{-10}$ coulomb par gramme d'eau dispersée. Lenard est arrivé à la conclusion que cette électricité est produite par l'arrachement mécanique de la couche externe de la molécule aqueuse, chargée mécaniquement, qui passe dans l'air ambiant. Zwaardemaker a observé un fait analogue au cours de la vaporisation mécanique d'une veine aqueuse. Il ne s'agit donc pas d'une électrisation par contact, mais d'une dissociation mécanique d'une molécule.

Il nous semble que l'on peut invoquer le même mécanisme au cours de l'imbibition des poudres ou du gonflement des gels par un liquide approprié : dans ces cas également la veine liquide subit une dispersion, peut-être plus énergique encore que dans la dispersion mécanique. Rappelons que le gonflement des gels met en jeu parfois une pression, évaluée à des dizaines de milliers d'atmosphères (Langergreen) et que l'hydratation des ions correspond à une pression égale, d'après Born, à 100 000^{atm}. Il est donc probable qu'un arrachement de la couche externe des molécules d'eau provoque la chute de potentiel observée dans nos expériences : la trame de l'hydrogel se charge d'électricité négative, le liquide intertrabéculaire devient positif. On s'explique alors pourquoi certains indicateurs virent pendant le gonflement et cessent de virer lorsqu'il est terminé (mouillage préalable du papier); pourquoi d'autres indicateurs ne virent point : la chute du potentiel, liée à l'intensité de gonflement, conditionne ce virage et il est d'autant plus net que l'indicateur vire plus près du point isoélectrique; pourquoi, enfin, la zone alcaline du virage est toujours supérieure.

Les chutes de potentiel que nous avons observées étant à la limite de la sensibilité de l'électromètre capillaire commercial, 1/3000 volt, nous nous proposons d'utiliser la lampe à trois électrodes comme relais amplificateur et de déterminer ainsi les valeurs exactes de ces chutes de potentiel.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Un exemple d'éther-oxyde d'hydrate de cétone. Acides benzylphényléthylsucciniques.* Note (¹) de M. **J. Bougault.**

Dans une Note précédente (²), j'ai montré que l'acide amidé, auquel j'ai attribué la constitution (1)

$$(1)\qquad \begin{array}{c} C^6H^5.CH^2.CH^2.C(OH).CO^2H \\ | \\ O \\ | \\ C^6H^5.CH^2.CH^2.C(OH)-CO.NH^2, \end{array}$$

comportant une fonction éther-oxyde d'hydrate de cétone, conduit, par plusieurs réactions successives, à un acide bibasique fondant à 170°, qui doit être un acide benzylphényléthylsuccinique; j'ai en outre annoncé avoir réalisé la synthèse de cet acide.

I. Voici la série des transformations qui m'ont conduit à ce résultat :

Le point de départ de cette synthèse a été l'aldéhyde cinnamique, qui, condensée avec l'acide malonique, fournit l'acide cinnamylidène malonique

$$C^6H^5.CH=CH.CH=C(CO^2H)^2.$$

Celui-ci, hydrogéné par l'amalgame de sodium, donne l'acide hydrocinnamylidène malonique $\beta\gamma$, qui, par chauffage avec la soude, s'isomérise en acide hydrocinnamylidène malonique $\alpha\beta$

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.CH=C(CO^2H)^2.$$

Prenant ce dernier à l'état d'éther méthylique et le chauffant en solution alcoolique avec le cyanure de sodium, on obtient un nitrile-acide éthérifié par l'alcool méthylique

$$\begin{array}{c} C^6H^5.CH^2.CH^2.CH.CH.CO^2CH^3 \\ | \\ CN \end{array}$$

et, par saponification, l'acide phényléthylsuccinique, composé déjà décrit (³), fondant à 136°.

L'éther méthylique de l'acide phényléthylsuccinique a été ensuite

(¹) Séance du 20 juillet 1925.

(²) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1944.

(³) *Liebig's Annalen*, **306**, 1899, p. 247.

condensé, suivant la méthode de Claisen, avec l'aldéhyde benzoïque, en opérant en solution dans l'éther anhydre et en présence de sodium.

Par saponification du produit de la réaction, j'ai obtenu l'acide benzalphényléthylsuccinique

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CH^2.CH^2.CH.CO^2H \\ \quad\quad\quad C^6H^5.CH = C.CO^2.H \end{array}$$

Cet acide, non signalé jusqu'ici, fond à 161°. Son sel ammoniacal est peu soluble dans l'eau chargée de chlorhydrate d'ammoniaque, circonstance favorable à sa purification.

Avec l'anhydride acétique, il donne aisément un anhydride fondant à 100° et régénérant, par hydratation, l'acide primitif.

L'hydrogénation par l'amalgame de sodium, en saturant la double liaison, conduit à un acide benzylphényéthylsuccinique, fondant à 170°, et qui s'identifie, ainsi que je l'ai annoncé, avec l'acide provenant de l'acide amidé complexe (I).

II. L'acide benzylphényléthylsuccinique

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CH^2.CH^2.CH.CO^2H \\ \quad\quad\quad C^6H^5.CH^2.CH\cdot CO^2H, \end{array}$$

fondant à 170°, donne, par action ménagée de l'anhydride acétique (15 minutes à 100°), un anhydride fondant à 78° lequel régénère par hydratation l'acide fondant à 170°. Mais si l'on prolonge l'action de l'anhydride acétique 24 heures à 100°, l'anhydride obtenu fond à 74° et donne par hydratation un acide nouveau, isomère du précédent, fondant à 125°.

Ces deux acides benzylphényléthylsucciniques, fondant respectivement à 170° et 125°, sont deux stéréoisomères racémiques. Ils ne possèdent pas le pouvoir rotatoire, mais peuvent, comme je l'ai constaté, être dédoublés en isomères optiques par l'intermédiaire de leurs sels de strychnine. Dans les deux cas, c'est le sel de l'acide gauche qui est le plus soluble; je n'ai fait que constater l'existence du pouvoir rotatoire, qui m'importait pour la justification de la formule de constitution, mais n'ai pas poussé le dédoublement jusqu'à l'obtention des corps actifs purs.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de l'Aptien dans la région littorale de la province d'Alger et sur sa signification tectonique.* Note de M. **Louis Glangeaud.**

Il existe le long du littoral algérien, entre Tenès et Cherchell et, à l'Est, bordant au Sud la zone des massifs anciens de la province d'Alger, une formation continue, d'épaisseur variable, relativement homogène, comprenant une alternance de schistes et de grès plus ou moins calcaires. Les schistes renferment (Gouraya) de nombreux *Chondrites* et des restes de végétaux et, sur les grès, on observe dans toute la région, des Fucoides, des Helmintoides, des ripples-marks, etc. Suivant les points, il y a prédominance des grès sur les schistes, ou vice versa; les grès sont plus fréquents en général à la partie supérieure.

Cette formation qui a fait l'objet d'observations de Nicaise, Pomel, Ficheur, de MM. Blayac, Brives, Joleaud, Savornin, peut être considérée comme un flysch. Elle a été attribuée soit à l'Éocène, soit plus généralement au Danien, en raison de sa superposition à tout le reste du Crétacé et de la découverte au Fondouck [1] d'Ammonites, mal conservées, rapportées, pour cette raison, avec doute, à *Phylloceras* cf. *Vellaediformis* Schlüter et *Pachydiscus* cf. *gallicianus* Favre. La détermination de ces Ammonites doit être modifiée. Le Phylloceras dont on ne possède qu'un fragment peut être rapproché de *Ph. Velledae*. Le Pachydiscus est un *Douvilleiceras*, du groupe de *Bigoureti* Seunes de l'horizon de Clansayes. Si l'on ajoute à ces considérations paléontologiques nouvelles la présence dans ce flysch d'*Orbitolines* (*O. lenticularis* B. L. M. B. de la Perte du Rhône), on est amené à admettre qu'une partie, au moins, de cette formation est d'âge intermédiaire entre l'Aptien supérieur et l'Albien inférieur. J'ai recueilli ces Orbitolines en de nombreux points dans le flysch schisto-gréseux, notamment chez les Beni-Haoua (Lari ou Sellam) à Gouraya, au sud-ouest de Cherchell, au sud de Fondouck et entre Aomar et Bouira.

Si nous considérons les relations tectoniques de ce flysch avec les autres terrains nous constatons que tous les auteurs sont d'accord pour admettre sa superposition au reste du Crétacé; jusqu'à ce jour, cette superposition ayant été considérée comme normale. Quelques géologues signalent des phénomènes d'écrasement à son contact avec le Sénonien mais n'en ont pas

[1] Ficheur, *B. S. G. F.*, 24, 1896, p. 997.

tiré de conclusions. Les observations que j'ai faites, en suivant ce flysch sur près de 250^{km}, me permettent de concilier tous ces faits.

Partout où j'ai pu observer le contact et plus spécialement dans la région de Cherchell, de Novi, *le flysch chevauche* un ensemble schisteux complexe composé de Sénonien, de Cénomanien et d'Albien fossilifère. Près du contact, les couches schisteuses crétacées sont *écrasées* et tout le long de la côte, de Cherchell à Tenès, le *flysch gréseux est séparé* du système schisteux par une *brèche* dans laquelle on observe des *débris de calcaires, de cargneules, de dolomies, mélangés par places à du gypse et au sud de Novi à des roches métamorphiques*, ensemble, qui dans toute l'Algérie est considéré comme appartenant partiellement au Trias. L'épaisseur de la brèche oscille entre $0^{m},50$ et 10^{m}; ses affleurements sont continus dans toute la région littorale.

Au sud-est de la Mitidja entre Souma et Bouira, on peut observer cette brèche gypsifère en de nombreux points au contact du flysch à Orbitolines et des autres terrains; mais elle peut localement disparaître.

Il y a *indépendance tectonique* entre le flysch gréseux et le pays crétacé, dont il est séparé par un contact anormal. Le premier est plissé d'une façon désordonnée, sans grands déversements, tandis que le second, dont la structure est très complexe, laisse apparaître le Trias en de nombreux points, à la faveur d'accidents tectoniques et les déversements au Sud y sont très accusés.

La ligne de contact, *assez irrégulière*, sépare deux pays stratigraphiquement et tectoniquement distincts : au Nord celui des Massifs anciens, formé surtout de Primaire, de flysch schisto-gréseux, d'Éocène moyen transgressif et d'Éocène supérieur en partie gréseux; au Sud une région principalement crétacée, schisteuse et calcaire.

L'existence d'Aptien supérieur ou d'Albien inférieur dans le flysch gréseux, ses relations tectoniques avec les régions voisines, l'intercalation d'une lame de Trias à son contact avec les autres terrains conduisent donc à nier la présence du Crétacé supérieur dans cette formation, et à admettre que son contact avec la région plus méridionale est un *contact anormal*, résultant d'une poussée vers le Sud, d'âge antéburdigalien. Après le Burdigalien, un système de plis plus simples, quelquefois légèrement déversés, a été surimposé à cette tectonique et masque la structure antérieure.

LITHOLOGIE. — *La terre à brique et l'ergeron (lœss récent) du plateau de Villejuif.* Note [1] de M. V. **Agafonoff** et de M[lle] **Malichef.**

Le plateau de Villejuif, situé au sud de Paris entre la Seine et ses affluents la Bièvre et l'Orne, est recouvert en grande partie par des sédiments de *l'assise supérieure* de Ladrière : terre à brique et ergeron avec son cailloutis de base. Cette assise fait défaut sur le versant ouest du plateau où elle est remplacée par un limon de lavage.

1. *Terre à brique.* — C'est un limon brun rougeâtre faiblement poreux, presque toujours complètement décalcifié; son épaisseur atteint au maximum 1m,50. Sur les buttes témoins du sable de Fontainebleau, il passe à un sable rougeâtre parfois argileux et séparé du sable de Fontainebleau par une couche de cailloutis de meulière et de silex. Vers l'Hay on retrouve une terre à brique normale (épaisseur 1m,10) qui repose sur un cailloutis peu roulé de calcaire marneux à millioles.

Nous avons constaté les faits suivants qui sont en faveur de l'hypothèse qui envisage la terre à brique comme le produit de décalcification de l'ergeron : 1° sur les ergerons les plus sableux les terres à brique sont plus sableuses, sur les ergerons plus argileux elles sont plus argileuses; 2° la presque totalité de la terre à brique et de l'ergeron est composée de poussière et de sable fin; les grains (où le quartz domine) sont plus ou moins anguleux, englobés de matière argileuse; 3° les terres à brique françaises ressemblent au *lœss-lehm* (zone d'altération du lœss) de la vallée du Rhin; 4° nos analyses chimiques de la terre à brique du plateau de Villejuif et du lœss sous-jacent donnent des chiffres assez voisins si l'on déduit $Ca\,Co^3$ et $Mg\,CO^3$.

	Ergeron (carrière Bervial).	Le même ergeron décarbonaté.	Terre à brique (carr. Bervial).
Perte au feu	4,51	5,26	6,47
SiO^2	63,11	77,9	74,3
Al^2O^3	6,56	8,14	10,04
Fe^2O^3	2,82	3,53	4,8
FeO	0,26	0,33	0,33
MnO	0,1	0,12	0,06
CaO	0,83	1,02	1,5
MgO	–	–	races
Na^2O	0,73	0,9	2,3
K^2O	1,70	2,07	
TiO^2	0,34	0,42	0,33
P^2O^5	0,25	0,31	0,33
$CaCO^3$	18,8	–	–
$MgCO^3$	0,9	–	–
	100,91	100	100,47

[1] Séance du 3 août 1925.

Quant à la terre à brique du plateau de Villejuif on peut penser qu'elle a été en partie remaniée par le ruissellement.

II. *Ergeron.* — C'est le limon le plus constant et le plus homogène du plateau; son épaisseur atteint 4^m dans la partie est. Il est jaune pâle, poreux avec une grande quantité de « tubes » calcaires blanc jaunâtre; à la base il devient parfois plus sableux et un peu brunâtre. Généralement les « tubes » sont petits, correspondant à des plantes herbacées; mais parfois on trouve des racines calcifiées de 15^{mm} de diamètre, provenant d'anciens buissons. Sur le plateau même, les poupées (qui contiennent 35,6 pour 100 de CO^2) sont rares et petites; elles sont plus nombreuses et plus grandes sur les pentes. Dans les diverses parties du plateau, l'ergeron est assez homogène et ses propriétés physiques et chimiques ne dépendent pas des roches sous-jacentes (marnes vertes, calcaires et meulières de Brie, marnes à huîtres, sables de Fontainebleau); au sommet des buttes témoins où l'ergeron s'amincit, il devient plus sableux. En fait de fossiles, nous n'avons trouvé que des formes bien connues : *Pupa muscorum*, *Succinea oblonga* et *Helix hispida*. Dans les plaques minces, nous avons trouvé des *Fissurina* (¹), ainsi que des *Textularia* qui n'avaient été signalés.

Nous donnons ci-dessous le dosage de CO^2 et l'analyse mécanique [sable fin (diam. $0^{mm},2$-$0^{mm}05$), poussière ($0^{mm},05$-$0^{mm},01$), vase ($<0^{mm},01$)] de divers lœss :

		Analyse mécanique.
1. Carrière Bervial (Pl. Villejuif)	8,7	99,9
2. » Lafontaine (Pl. Villejuif)	10,1	99
3. » près Rungis (Pl. Villejuif)	8,7	99,3
4. » près de Ville-Neuf du Roi (Pl. Villejuif)	10,9	99,4
5. » Bouchon-Grelet (Pl. Villejuif)	8-9,9	97,4
6. Près du fort de Domont	5,8	99,9
7. Près d'Ault (Picardie)	7,8	99,5
8. Près de Cambrai	4,7	99,7
9. Kohelsberg (près de Strasbourg)	9,9	99,6
10. Près Tirlemont (Belgique)	7,5	99,7
11. Près de Belgrad (Serbie)	4,1	99,7
12. Shan-Si (Chine)	5	99,9

Dans tous ces lœss, l'étude microscopique montre que la poussière domine; parfois le sable fin joue un rôle assez important.

Cailloutis. — A la base de l'ergeron se trouve un cailloutis, parfois remplacé par un limon brunâtre calcaireux et sableux; ce cailloutis est composé de fragments roulés et anguleux de meulière de Beauce, de Brie, de calcaire de Brie et de silex, souvent englobés dans un sable limoneux et calcaireux.

(¹) M. Cayeux a déjà indiqué la présence des *Fissurina* de la craie dans l'ergeron de la carrière Bouchon-Grelet, et en conclut de l'origine éolienne de ce lœss.

En résumé, l'ergeron du plateau de Villejuif est un lœss éolien typique. A l'époque de son dépôt, ce plateau était couvert par une steppe. La terre à brique provient de la décalcification de l'ergeron et indique un changement du climat, devenu plus humide.

BOTANIQUE. — Hitchcockella, *genre nouveau de Bambusées malgaches*. Note de M[lle] **Aimée Camus**, présentée par M. H. Lecomte.

L'étude des Bambous conservés dans l'Herbier du Muséum d'Histoire naturelle de Paris m'oblige à créer un genre nouveau pour une Graminée récoltée par Baron et extrêmement distincte de tous les genres actuellement connus. Ce Bambou, auquel je donne le nom d'*Hitchcockella Baronii* (1), présente les caractères suivants :

Chaumes grêles, glabres, portant des petits rameaux florifères et feuillés, fasciculés, plus ou moins courbés. Feuilles assez rapprochées au sommet des ramules, ovales-lancéolées, arrondies à la base, acuminées et mucronulées au sommet, de 2,5-3^{cm} sur 0,5-0^{cm},7, glabres, à 15-16 paires de nervures latérales non anastomosées; gaines étroites, à peine pubérulentes au sommet sur le bord; ligules presque nulles. Épillets brièvement pédicellés, solitaires, de 12^{mm}, très comprimés latéralement, à 2 fleurs, l'inf. stérile, la sup. hermaphrodite; rachéole à articles courts. Glumes 2, comprimées, carénées dorsalement, lancéolées, acuminées, subulées, l'inf. de 6^{mm}, glabre, scabérule au sommet, 7-nervée; la sup. de 7,5-8^{mm}, 7-9 nervée, un peu poilue sur les bords et le dos. Fl. inf. : glumelle inf. de 8-9^{mm}, lancéolée, subulée, comprimée, carénée dorsalement, poilue sur les bords et le dos, 13-nervée. Fl. sup. fertile : glumelle inf. de 9-12^{mm}, lancéolée, acuminée, comprimée latéralement, obscurément bidenticulée au sommet, ciliée sur les bords et le dos, à 2 carènes si rapprochées qu'elles se confondent au milieu du dos. Étamines 6; filets libres et glabres; anthères glabres. Ovaire ovoïde, glabre, rostré; style allongé portant 2 longs stigmates. Fruit ovoïde, longuement et insensiblement atténué au sommet. (*Madagascar septentr.* : Baron, n° 6108 in *Herbier Mus. Paris.*)

Les glumes restent attachées au pédicelle après la chute de la fleur stérile et de la fleur fertile qui paraissent ne pas se séparer.

Le genre *Hitchcockella* doit être classé près du genre *Perrierbambus* A. Camus dont il se distingue par ses épillets non arrondis, mais très comprimés latéralement, à glumes et glumelles aplaties latéralement, nettement carénées dorsalement, enfin par son style allongé, unique, persistant un peu sur le fruit rostré, ovoïde.

---

(1) Je dédie ce genre à M. le professeur Hitchcock, botaniste américain, auteur de nombreux et importants travaux sur les Graminées.

Ce nouveau genre se distingue bien du genre *Nastus* Juss., si répandu à Madagascar, par ses épillets formés d'une seule fleur stérile et d'une fleur fertile supérieure, par la glumelle supérieure de la fleur fertile non profondément cannelée dorsalement, enfin par son style unique. Dans le genre *Nastus*, la glumelle supérieure de la fleur hermaphrodite loge toujours dans sa cannule dorsale, située entre les deux carènes, un article allongé de la rachéole portant un petit épillet rudimentaire (¹). Les styles, dans ce genre, sont à peine soudés à la base.

Le genre *Hitchcockella* présente aussi des affinités avec le genre américain *Chusquea*. Il s'en distingue par ses épillets isolés au sommet des ramules et un peu cachés par les feuilles, à deux fleurs, la supérieure fertile, munie d'une glumelle supérieure non déprimée dorsalement, enfin par ses 6 étamines. Dans le genre *Chusquea*, l'inflorescence est en grappes pédicellées dépourvues de feuilles, les épillets 3-4 flores, à 2 fl. inf. stériles, et 1-2 fl. sup. fertiles, celles-ci ayant une glumelle sup. déprimée au milieu du dos, entre les carènes et 3 étamines.

Par l'addition du genre *Hitchcockella*, le nombre des genres de Bambusées malgaches se trouve ainsi porté à neuf. Aux genres anciens : *Arundinaria* Michaux, *Nastus* Juss., *Cephalostachyum* Munro, *Schizostachyum* Nees et *Ochlandra* Thwaites, il faut ajouter les nouveaux genres : *Hickelia* A. Camus, *Perrierbambus* A. Camus, *Pseudocoix* A. Camus, *Hitchcockella* A. Camus.

Le genre *Arundinaria* est disséminé dans toutes les parties du monde, sauf en Europe, et comprend 2 espèces malgaches.

Les genres *Cephalostachyum* et *Ochlandra* sont asiatiques et malgaches. Madagascar paraît la limite occidentale de leur aire. On y compte 5 espèces de *Cephalostachyum* et probablement 2 espèces d'*Ochlandra*.

Le genre *Schizostachyum* qui comprend 2 espèces malgaches est aussi spontané en Asie et en Océanie. Madagascar paraît sa limite occidentale.

Le genre *Nastus* est représenté, à Madagascar, par 7 espèces bien distinctes.

Quant aux genres *Hickelia*, *Pseudocoix*, *Hitchcockella* et *Perrierbambus*, ils sont monotypes, sauf le dernier qui compte actuellement 2 espèces présentant la particularité d'avoir des feuilles caduques. Ces deux espèces perdent leurs feuilles chaque année et restent dépouillées pendant de longs mois.

Les Bambusées de Madagascar avaient été fort peu étudiées jusque dans

(¹) A. Camus, *Bulletin Société Botanique Fr.*, 72, 1925, p. 22.

ces dernières années. On ne connaissait que 4 espèces spontanées appartenant aux genres *Nastus*, *Schizostachyum*, *Cephalostachyum* et *Ochlandra*. Il m'a été possible, grâce surtout aux récoltes de M. Perrier de la Bâthie, de distinguer 22 espèces bien caractérisées et toutes endémiques de Bambusées malgaches.

PHYSIOLOGIE. — *Grandeur de la respiration des tissus et masse active au cours du développement des organismes.* Note de M. **Charles Kayser**, Mlle **Eliane Le Breton** et M. **Georges Schaeffer**, présentée par M. Roux.

L'étude de la respiration des tissus isolés de l'organisme n'avait fourn jusqu'en ces dernières années que des résultats incohérents, impropres à toute systématisation. L'inexactitude des méthodes expliquait ces résultats; depuis peu elles ont été perfectionnées (Warburg, 1923) et permettent l'étude de problèmes physiologiques. Nous avons élaboré une technique très différente de celle de Warburg, donnant des résultats du même ordre de grandeur et permettant de mesurer avec une grande exactitude les oxydations des tissus isolés, soustraits à l'influence de tous les facteurs d'intensité ([1]) (système nerveux, irrigation sanguine, etc.). Si l'on observe des consommations d'oxygène variables pour des tissus différents, seule leur teneur relative en masse active ([2]) pourra l'expliquer. Nous n'avons pas de meilleure méthode pour démontrer l'hypothèse faite antérieurement par nous : à savoir qu'il existe un parallélisme entre la grandeur des échanges et la concentration en masse active par unité de poids, parallélisme masqué *in vivo* par le jeu des facteurs d'intensité.

Nous ne considérerons ici que le cas du développement; si depuis les premiers stades embryonnaires jusqu'à l'état adulte il y a surcharge progressive du protoplasme en matériaux paraplasmatiques, jouant dans les cellules le rôle de phases solides, on doit trouver une chute progressive des consommations d'oxygène par unité de poids, soit que l'on considère

---

([1]) Cette méthode sera décrite dans un Mémoire d'ensemble en même temps que notre technique de mesure des quotients respiratoires, dont la détermination est la garantie que toute fixation d'oxygène *in vitro* correspond à une respiration.

([2]) E. Le Breton et G. Schaeffer, *Recherches sur la détermination de la masse active. Variations biochimiques du rapport nucléoplasmique* (Masson, édit., Paris, 1923).

l'organisme entier, soit que l'on s'adresse aux tissus homologues d'animaux de même espèce de plus en plus vieux.

Les nombreuses mesures faites par nous confirment pleinement cette hypothèse ([1]). Les chiffres suivants empruntés à l'ensemble de nos résultats suffisent à le montrer :

Espèces.	Age et poids.		Eau p. 100.	O^2 en cm^3 par heure à 37° pour 100g secs.	pour 1g d'albumine.
Embryons de poulet Leghorn.	4 jours, 0g,080		94,53	1651	843
	5 » 0,225		94,52	1090	603
	7 » 0,740		94,01	940	539
	8 » 1,412		93,45	747	435
Poulets Leghorn.	38 jours, 157g	cerveau..	80,15	1266	811
		muscle ..	76,31	650	286
	2 ans, 1500g	cerveau..	77,14	823	614
		muscle ..	67,71	226	140
Pigeons.	21 jours, 168g	cerveau..	85,13	1183	711
		muscle ..	78,65	559	349
	adulte, 1 an	cerveau..	79,83	1035	679
		muscle ..	61,85	302	159
Rats.	5 jours	cerveau..	88,57	1024	590
		muscle ..	86,38	812	420
	adulte, 200g	cerveau..	77,68	890	558
		muscle ..	74,50	391	173

Il ressort de ces chiffres : 1° que les consommations d'oxygène pour 100g de poids sec sont d'autant plus fortes que l'animal est plus jeune. Considérable chez l'embryon du quatrième jour, cette consommation baisse rapidement. Le fonctionnement à la naissance d'un mécanisme régulateur d'origine nerveuse centrale ne peut masquer, *in vitro*, la chute de puissance métabolique de l'unité de poids qui se produit avec l'âge. Ce fait est aussi net, que l'on considère l'organisme entier ou des tissus isolés, le cerveau ou le muscle.

2° Si l'on exprime les consommations d'oxygène en fonction du poids sec, de l'azote total ou de l'albumine, les courbes sont parallèles. Ni l'une ni l'autre de ces unités ne sont donc représentatives de la masse active. Nous voyons là une démonstration de l'existence d'albumines paraplas-

([1]) Des observations fragmentaires d'Abderhalden, Meyerhoff, Russel et Woglom, faites dans d'autres buts et avec d'autres méthodes, étayent également notre hypothèse.

matiques ou de réserve qui s'ajoute à la démonstration biochimique récemment fournie par Th. Cahn (1).

L'organisme s'encombre au cours de son développement de substances paraplasmatiques, ce qui entraîne simultanément la chute de son rapport nucléoplasmatique (2), la déshydratation progressive des tissus par accumulation de phases protoplasmiques moins dispersées (3), et la réduction du pouvoir d'oxydation de l'unité de poids.

En résumé nous devons dès maintenant énoncer la loi suivante : *La respiration élémentaire des tissus homologues d'individus différents d'une même espèce, est d'autant plus grande qu'ils appartiennent à des organismes plus jeunes, c'est-à-dire dont la cytomorphose est moins avancée et la teneur en masse active plus grande.* La respiration élémentaire devient la mesure physiologique de l'âge d'un organisme comme le degré de cytomorphose en est la mesure morphologique.

PHYSIOLOGIE. — *La structure de la membrane testacée de l'œuf.* Note (4) de M. **J.-G. Szuman**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Nous avons étudié sur l'œuf de la Poule la membrane testacée qui sépare le blanc et la coquille.

Marshall (5) rapporte, d'après Abderhalden et Ebstein, que la membrane est constituée par une substance protéique apparentée au groupe des kératines; il note sa teneur en soufre et sa richesse en acides aminés du groupe de la cystine; dans un travail de Römer (6) nous trouvons un dessin sommaire relatif à la structure fibreuse de la membrane.

(1) Th. Cahn, *Masse protoplasmique active et albumines de réserve* (*Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1685).

(2) E. Le Breton, et G. Schaeffer, *loc. cit.*

(3) Un gramme de substance sèche est dispersé dans 17g,2 d'eau chez l'embryon du 4e jour, dans 3g,2 au 21e jour et dans 2g,1 chez l'adulte.

(4) Séance du 27 juillet 1925.

(5) F.-H.-A. Marshall, *The Physiology of Reproduction*, 2e édition, 1922, p. 277 et 288 (London, Longmanns, éditeur).

(6) Römer, Fangauf, Lössl et Kamseder, *Zweiter Bericht der Lehr- und Versuchsanstalt für Geflügelzucht Halle-Cröllwitz*, 1923-1924 (*Geflügelzeitung*, 20, 1924, p. 466 et suiv.).

D'autre part, on sait que la chambre à air située au gros bout de l'œuf se forme immédiatement après l'expulsion de l'œuf et qu'elle augmente peu à peu au fur et à mesure que l'œuf vieillit ([1]). En tout cas, le contenu gazeux de cette chambre, issu de l'œuf, paraît s'insinuer entre deux feuillets virtuels de la membrane coquillière et produire un clivage qui s'étend progressivement. Nous sommes maintenant à même d'en fournir la raison.

Technique. — Nous prélevons des lambeaux de membrane en différents endroits sur des œufs d'âge connu. Puis nous procédons à l'étude microscopique : examen à frais sur les deux faces, examen de coupes transversales, tangentielles et obliques, provenant de matériel fixé et coloré. Comme procédé de fixation, nous avons employé le formol à 10 pour 100 et l'acide osmique à 2 pour 100, comme colorants, hémalun, éosine-aurantia, hématoxyline au fer, éosine, vert lumière, soudan III, violet de gentiane, bleu de méthylène, etc. Les meilleurs résultats nous ont été fournis par la triple coloration de prenant.

Résultats. — Dans la région de la chambre à air il y a lieu de distinguer la membrane externe ou juxta-coquillière et la membrane interne ou juxta-albumineuse.

La *membrane interne* est constituée par un réseau de fibres enchevêtrées, très fines et colorables par l'éosine, le vert lumière, etc., la plupart de ces fibres étant disposées parallèlement à la surface de la membrane. Entre ces fibres, surtout vers la partie voisine du blanc de l'œuf, on observe un ciment moins chromophile que les fibres, bien que de nature protéique comme elles ([2]). Particulièrement tassé et abondant vers la surface interne, ce ciment produit ici une limitation très régulière de la membrane. On n'observe en effet, du côté de l'albumine, aucune déchirure. Par contre, la face voisine de la chambre à air, moins riche en ciment, n'offre pas la même régularité, bien qu'elle ne présente pas non plus de déchirure.

La *membrane externe*, trois à quatre fois plus épaisse que la précédente, est formée également de fibres, mais elle est presque totalement dépourvue de ciment. De plus, ses fibres sont beaucoup plus grosses, plus longues, plus rectilignes et moins anastomosées. La coupe transversale nous enseigne

---

([1]) On peut tirer de cela un résultat pratique : la possibilité d'apprécier la fraîcheur de l'œuf d'après la grandeur de la chambre à air.

([2]) Nous avons vérifié par les réactions des colorations habituelles (R. xanthoprotéique, R. du biuret, etc.) la nature albuminoïde de ces lambeaux.

que ces fibres se disposent en strates dont le plan est parallèle à la surface de la membrane. Au point de vue de la coloration, il y a lieu de distinguer la zone moyenne où les fibres sont bien plus grandes et ne prennent pas l'éosine, et les zones superficielles où les fibres sont éosinophiles, comme dans la membrane interne. En raison de l'absence du ciment, de la stratification, de l'insuffisance de l'anastomose et enfin de la grosseur des fibres, la membrane externe offre peu de solidité : elle se déchire facilement dans tous les endroits et toujours ses surfaces sont effilochées, même lorsqu'on dissout la coquille dans un acide pour mettre à nu la membrane.

Quant aux études portant sur des fragments de membrane prélevés loin de la chambre à air, elles nous apprennent que cette membrane est ici constituée comme par la soudure des deux précédentes. D'ailleurs l'examen complet de la membrane montre que cette disposition se rapporte à toute la périphérie quand l'œuf vieillit.

Ajoutons que nous n'avons pas trouvé de traces de cellules ni de noyaux et que les colorants des graisses (acide osmique, soudan III) nous ont fourni des résultats négatifs.

Conclusion. — L'espace vide nommé chambre à air se forme entre deux membranes, membranes qui diffèrent entre elles non seulement par la grandeur et la position des fibres, mais aussi par leur composition chimique. Cet espace est occupé par les gaz qui pénètrent par la membrane interne, ce que nous démontrerons dans un autre travail.

La formation de la chambre à air au gros bout ne semble pas dépendre de la structure de la membrane, bien que la disposition permettant le clivage *au gros bout* soit déjà réalisée dans l'oviducte.

De nouvelles recherches nous permettront de résoudre cette question.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la liquéfaction de l'empois d'amidon.* Note de M. P. Petit.

M. Biedermann a étudié l'action des sels minéraux sur l'hydrolyse de l'amidon en employant des doses assez fortes de chlorure de sodium, de phosphates primaire et secondaire de sodium.

J'ai pu obtenir la liquéfaction de l'empois par des doses extrêmement faibles de sels minéraux en réglant convenablement l'acidité du milieu.

A 150^{g} d'empois de fécule à 2 pour 100 on ajoute 10^{cm^3} d'une solution con-

tenant 7^{mg} de NaCl, 5^{mg} de phosphate primaire de potassium et 2^{mg} d'acide lactique. Le tout est agité quelques minutes mécaniquement et, après quelques heures, on obtient un liquide mobile, parfaitement limpide et ne laissant qu'un dépôt imperceptible.

L'opération est faite en présence de toluène ou d'éther et l'on a vérifié que le liquide était et demeurait stérile.

Le produit liquéfié filtre lentement sur papier, se colore nettement en bleu par l'iode et ne réduit pas la liqueur de Fehling ; son pouvoir rotatoire spécifique est 195°, ce qui répond à l'amidon soluble.

Il suffit de variations extrêmement faibles dans la dose d'acide lactique ou dans la réaction de l'empois pour que la clarification soit retardée ou même empêchée : on observe, pour les clarifications lentes, la formation d'un dépôt floconneux plus ou moins important.

En étudiant un mélange de ces dépôts, on constate que, par l'action de l'acide chlorhydrique étendu et chaud, il se sépare une matière minérale dense que l'analyse montre formée d'environ 85 pour 100 de silice et d'alumine. Ces chiffres sont donnés sous réserve, l'analyse n'ayant porté que sur de faibles poids de ce dépôt minéral.

La clarification de l'empois se fait facilement dans des flacons de 200 à 250$^{cm^3}$ en verre ordinaire, beaucoup moins régulièrement dans des fioles coniques en pyrex et très rarement en opérant sur des quantités plus considérables d'empois placées dans des ballons qui ne sont pas agités mécaniquement.

Il semble donc que le verre cède de la silice et que celle-ci vienne s'ajouter à celle qui existe déjà dans l'empois pour faciliter la clarification.

Les liquides qui ne se déposent pas facilement ont leur clarification accélérée en modifiant l'acidité par addition de doses très faibles de soude ou d'acide lactique.

On a pu obtenir aussi une bonne clarification par addition supplémentaire de faibles doses de silicate de soude et d'un supplément correspondant d'acide lactique.

Les déterminations de la concentration en ions hydrogène du produit liquéfié conduisent à des P_H voisins de 5.

L'aération ne semble pas intervenir, puisque les flacons bouchés sont agités mécaniquement sans renouvellement d'air.

Ces observations sont données à titre préliminaire et les recherches seront continuées.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la transformation du soufre en sulfate par voie d'association microbienne.* Note [1] de M. G. GUITTONNEAU, présentée par M. Lindet.

J'ai antérieurement montré [2] que certains micro-organismes, isolés d'une terre additionnée de soufre, sont capables de solubiliser ce métalloïde à l'état d'hyposulfites [3], tout en oxydant l'acide organique d'un sel ammoniacal (succinate), dans une solution nutritive synthétique dont j'ai indiqué la composition.

Dans cette même solution nutritive, et en présence de doses convenables de succinate d'ammoniaque, j'ai pu obtenir, par voie d'association microbienne, une importante formation de *sulfates*. Il m'a suffi pour cela d'adjoindre à l'action d'un des producteurs d'hyposulfites déjà signalés celle d'un micro-organisme, isolé de la même terre, et capable de transformer les *hyposulfites* produits en *sulfates*.

Or, dans les conditions de mes expériences, les producteurs d'hyposulfites ne donnent jamais de sulfates et l'espèce microbienne que j'ai choisie pour transformer les hyposulfites en sulfates ne s'attaque pas directement, ou ne s'attaque que très faiblement, au soufre. J'ai donc ainsi mis en lumière, en présence d'un composé organique et indépendamment du phénomène de dénitrification, un processus très net de transformation du soufre en sulfates où les actions vitales de deux espèces microbiennes distinctes sont manifestes. Lorsque ces deux actions sont séparées, chacune d'elles aboutit à un stade déterminé : hyposulfite ou sulfate. Lorsque, au contraire, elles peuvent s'exercer parallèlement, dans une même culture, leur superposition fait toujours apparaître les sulfates, terme final de la double transformation, tandis que les hyposulfites, qui en représentent le stade intermédiaire, passent inaperçus chaque fois que l'espèce microbienne qui les produit ne peut prendre le pas sur son associée.

---

(1) Séance du 3 août 1925.

(2) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1142.

(3) Depuis ma dernière Communication, M. Diénert a signalé la production des hyposulfites au cours de l'oxydation du soufre par certains processus biologiques, en rapport avec l'épuration des eaux résiduaires (*Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1228, et **181**, 1925, p. 160). Bien que le mécanisme de cette production n'ait pas encore été précisé, il est tout à fait vraisemblable qu'il est absolument analogue à celui dont je poursuis l'étude en présence d'espèces microbiennes isolées à l'état de pureté.

Les quelques données expérimentales suivantes, choisies parmi beaucoup d'autres, préciseront suffisamment les faits invoqués pour justifier l'interprétation que j'en ai donnée.

Micro-organismes étudiés. — Les producteurs d'hyposulfites utilisés au cours de cette étude sont ceux que j'ai désignés dans ma précédente Note par les symboles MM_1 et ET_2.

L'espèce microbienne qui transforme les hyposulfites en sulfates n'a pas encore été signalée à ma connaissance; je l'ai appelée b_2 au cours des isolements dont elle provient. C'est un bacille mobile, large de $0^{\mu},5$ à $0^{\mu},7$, plus ou moins allongé suivant les conditions des cultures dans lesquelles il se trouve placé (de 1^{μ} à 4^{μ}). Il ne reste pas coloré par la méthode de Gram, liquéfie lentement la gélatine, trouble le bouillon peptoné dans lequel il forme en outre un dépôt muqueux. Sur gélose au bouillon de haricots peptoné et sucré, il donne de belles cultures plissées rappelant celles de certaines espèces du groupe du *Bacillus subtilis*.

Cultures d'expérience. — Ces cultures, préparées dans les conditions que j'ai indiquées dans ma précédente Communication, ont été maintenues à 20°-22° pendant 35 à 40 jours. Les résultats de leur analyse sont résumés dans le tableau suivant; ils sont exprimés en milligrammes d'anhydride hyposulfureux ou d'anhydride sulfurique pour 100^{cm^3} de culture, déduction faite des traces de soufre oxydé préexistant dans les témoins.

Micro-organismes étudiés.	*Doses de succinate d'ammoniaque.* 1 pour 1000.		5 pour 1000.		20 pour 1000.		50 pour 1000.		100 pour 1000.	
	S^2O^2.	SO^3.	S^2O^2.	SO^3.	S^2O^2.	SO^3.	S^2O^2.	SO^3.	S^2O^2.	SO^3.
MM_1	48,6	0	112,5	0	153,9	0	105,2	0	115,2	0
ET_2	49,6	0	83,7	0	50,2	0	51,2	0	63,2	0
b_2	0	3,4	0	6,8	0	0	0	4,3	0	0
b_2+MM_1	0	34,3	0	133,8	163,2	17,1	37,2	124	130,2	0
b_2+ET_2	0	44,6	0	171,5	15,6	88	1,4	206	56,2	6

L'examen des chiffres de ce tableau montre que les fortes doses de succinate d'ammoniaque favorisent l'accumulation des hyposulfites dans les cultures et peuvent même entraver la production des sulfates (100 pour 1000) en arrêtant le développement de b_2.

La séance est levée à 15 heures et quart.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de juillet 1925.

Géométrie du compas, par A. Quemper de Lanascol. Paris, Albert Blanchard, 1925; 1 vol. 23cm. (Présenté par M. d'Ocagne.)

Faune entomologique de l'Indochine française dirigée par M. R. Vitalis de Salvaza. *Histeridæ (Coléoptères)*, par H. Desbordes. *Brenthidæ (Coléoptères)*, par E. Calabresi. *Papilionidæ, pieridæ et danaidæ (Lépidoptères, Rhopalocères)*, par E. Dubois et R. Vitalis de Salvaza. *Scarabeidæ laparosticti (Coléoptères)*, par A. Boucomont et G. Gillet. *Hidrophillidæ (Coléoptères)*, par d'Orchimont. Saïgon, Albert Portail, 1921; 5 fasc. 24cm,5.

Opuscules de l'Institut scientifique de l'Indochine. Faune entomologique de l'Indochine française publiée sous la direction de R. Vitalis de Salvaza. Fasc. 6 : *Malacodermes*, par M. Pic. *Anthribides*, par M. Jordan. *Scarabéides*, par M. Boucomont. *Gyrinides*, par R. Peschet. Fasc. 7 : *Melasidæ et Elateridæ*, par E. Fleutiaux. Fasc. 8 : *Cicindelidæ*, par Walter Horn. *Lépidoptères*, par E. Dubois et R. Vitalis de Salvaza. *Chrysomelidæ, Eumolpinæ*, par J. Berlioz. *Gyrinidæ*, par N. Peschet. *Ephemeridæ*, par J. A. Lestage. *Formicidæ*, par F. Santochi. *Dermapteridæ*, par Malcom Burr. *Névroptères*, par R. P. Longin Navas. Saïgon, A. Portail, C. Ardin, 1924; 3 fasc. 24cm.

Le stéréotopomètre Prédhumeau. Études et travaux topométriques. Procédés J. Prédhumeau, Paris, 1925; 1 fasc. 37cm,5.

L'état colloïdal et l'industrie. Tome Ier : *Industrie des colloïdes; historique; état colloïdal; colloïdes naturels et artificiels*, par W. Kopaczewski. Paris et Liége, Ch. Béranger, 1925; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. A. d'Arsonval.)

ERRATA.

(Séance du 6 juillet 1925.)

Note de M. *P. Dumanois*, Au sujet de l'utilisation des combustibles liquides :

Page 26, *lire* la première phrase ainsi : « Nous avons indiqué précédemment qu'une des possibilités particulièrement intéressantes que laissait entrevoir l'utilisation des antidétonants, était relative à l'utilisation dans un moteur à haute compression, c'est-à-dire économique... »

(Séance du 20 juillet 1925.)

Note de Mlle *Germaine Cauquil*, Étude sur la viscosité et la tension superficielle pendant l'éthérification :

	Au lieu de :	*Lire :*
Page 116, ligne 4.....	$\gamma_t = \gamma_0 + 0,140\ x$	$\gamma_t = \gamma_0 + 0,0140\,x$.
Page 116, ligne 6....	$\gamma_t = \gamma_0 + 0,0185\,x$	$\gamma_t = \gamma_0 + 0,0140\,x$.

(Séance du 3 août 1925.)

Note de M. *Joseph Lévine*, Sur une période de 93 ans :

Page 232, ligne 3 en remontant, *au lieu de* Joseph Léome, *lire* Joseph Lévine.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AOUT 1925.

PRÉSIDENCE DE M. GUILLAUME BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SPECTROSCOPIE. — *Recherches complémentaires sur la structure et la distribution des spectres de bandes.* Note de M. H. **DESLANDRES**.

J'ai consacré deux Notes antérieures aux bandes d'absorption infra-rouges de plusieurs gaz de composition chimique simple; ces bandes, exprimées en fréquences, sont sous la dépendance d'une fréquence universelle 1062,5, désignée par la lettre d_1, et d'après la formule $\nu = qd_1/rs$; q, r, s étant des nombres entiers et s étant égal au nombre des atomes de la molécule. Les gaz étudiés, O^2, CO, NCH, NH^3, H^2O, CH^4, au nombre de six, sont formés d'atomes légers, classés dans la première période de la série de Mendéléef (1).

La recherche a été poussée loin avec la vapeur d'eau, dont le spectre a été relevé avec un soin tout particulier et jusqu'à l'extrême infrarouge (340^{μ}). On a pu vérifier la relation précédente pour les 34 bandes de la vapeur et même l'étendre aux petits maxima secondaires de plusieurs bandes.

Avec les cinq autres gaz, les données de l'observation sont beaucoup moins nombreuses et étendues. Cependant, je présente ci-après un tableau nouveau des bandes de l'ammoniac, plus complet que le précédent, et tout semblable à celui publié en juin dernier pour la vapeur d'eau. Les

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1454 et 1980, et aussi SCHIERKOLK, *Zeits. f. Phys.*, 31, 1925, p. 273.

bandes y sont rangées dans l'ordre des longueurs d'onde, et avec l'indication de la longueur du gaz traversé à la pression atmosphérique. On saisit au premier coup d'œil que, dans l'ensemble, l'absorption croît avec la longueur d'onde; dans la région de 5^{μ} à 14^{μ}, les bandes sont plus fortes que de 1^{μ} à 5^{μ}, alors que l'épaisseur du gaz est six fois moindre. Le même caractère se retrouve, comme on sait, avec la vapeur d'eau. Les longueurs d'onde inscrites, qui sont celles de Schierkok, s'arrêtent à $14^{\mu},5$, soit à la limite de transparence du sel gemme ; on a ajouté seulement une bande d'absorption à 52^{μ} reconnue par Rubens avec les rayons restants. Il sera très utile de poursuivre l'étude de l'absorption dans l'infrarouge extrême, aussi loin et aussi complètement qu'on l'a fait pour la vapeur d'eau.

BANDES D'ABSORPTION DU GAZ AMMONIAC COMPARÉES AUX MULTIPLES DE $d_1/4r$; $d_1 = 1062,5$.

	Intensité de 1 à 10.	Longueurs d'onde en μ.	Nombre de vibrations.	$d_1/4$ ou 265,6.	$d_1/8$ ou 132,8.	$d_1/12$ ou 88,54.	$d_1/16$ ou 66,4.
		μ					
31cm de gaz.	0,5	1,20	8333	″	″	″	**133** — 2
	0,5	1,298	7704	**29** + 2	″	″	″
	4	1,493	6698	″	″	″	**101** — 2
	1	1,643	6086	**23** — 23	″	″	″
	5	1,935	5168	**19** — 21	″	″	″
	8	2,22 do	4505	**17** — 11	″	″	″
	8	2,938 do	3404	**13** — 49	″	″	″
	7	3,076	3251	″	″	″	**49** — 3
	1	3,896	″	″	″	**29** + 0	″
5cm,5 de gaz.	0,6	5,167	″	″	″	″	**29** + 10
	9	5,709 do	1752	″	**13** + 25	″	**26**
	9	6,32 do	1582	**6** — 12	**12**	**18**	**24**
	9	9,345 do	1070	**4** — 7,5	**8**	**12**	**16**
	9,5	10,492 do	953	″	**7** + 23	″	**14**
	8,5	11,825	846	″	″	″	**13** — 17
	4	13,13 do	797	**3** — 26	**6**	**9**	**12**
	»	52?	192,3	″	″	″	**3** — 7

Nota. — Dans les colonnes à partir de la quatrième, le gros chiffre représente le multiple de $d_1/4r$ et le petit chiffre à côté l'écart avec la fréquence observée.

On a ajouté un point d'interrogation pour la bande 52^{μ} parce que cette longueur d'onde ne correspond pas sûrement à la partie la plus absorbée de la bande.

Ces tableaux donnent seulement les bandes principales, c'est-à-dire la longueur d'onde qui, dans la bande, subit l'absorption maxima, ou, si la

bande est double (do sur le tableau), la longueur d'onde de la partie centrale relativement brillante entre deux maxima d'absorption [1]. Or, lorsque la dispersion est suffisante, la bande, simple ou double, offre souvent sur les côtés de petits maxima secondaires, dont l'étude s'annonce comme fort intéressante. Ainsi, avec les bandes $6^{\mu},26$ et $3^{\mu},154$ de la vapeur d'eau, les maxima secondaires sont nombreux et à peu près équidistants; et, fait curieux, leur intervalle moyen, exprimé en fréquences, est aussi un sous-multiple de la fréquence universelle d_1, comme il est indiqué ci-dessous d'après la Note précédente.

H^2O :	$6^{\mu},26$	46 maxima secondaires	Intervalle moyen......	$d_1/8 \times 6$
	$3^{\mu},154$	12 »	»	$d_1 8 \times 3$

J'ai recherché si la même propriété se retrouve dans les bandes de l'ammoniac, et aussi dans d'autres bandes infrarouges. Avec l'ammoniac, les conditions ne sont pas favorables; car le spectre a été étudié seulement avec des prismes qui n'assurent pas une grande dispersion. Les seules bandes utilisables sont les bandes $13^{\mu},13$ et $11^{\mu},82$, qui offrent des maxima bien nets, mais peu nombreux, la première de $13^{\mu},70$ à $12^{\mu},63$, et la seconde de $12^{\mu},49$ à $11^{\mu},153$. On peut ajouter la bande $9^{\mu},345$, qui, de $8^{\mu},002$ à $8^{\mu},339$, et donc d'un seul côté, a des maxima secondaires relevés avec netteté, sans que l'on puisse vérifier l'équidistance des maxima sur l'ensemble de la bande. Finalement on a :

NH^3 :	$13^{\mu},13$,	6 intervalles,	moyenne...........	$d_1/7 \times 14,25$
	$11^{\mu},820$,	5 »	»	$d_1/7 \times 8$
	$9^{\mu},345$,	3 »	»	$d_1/7 \times 9$

Ces nombres sont provisoires, le nombre des intervalles étant trop petit; mais ils mettent en relief le facteur 7 dans le dénominateur de l'expression qui représente l'intervalle moyen. De même, avec la vapeur d'eau, le facteur 8 se détache; or 7 et 8 sont les nombres atomiques de l'azote et de l'oxygène qui, dans les composés NH^3 et H^2O, sont les corps simples les plus lourds.

J'ai été conduit à examiner au même point de vue les bandes d'absorption bien connues de l'acide fluorhydrique HF, de l'acide chlorhydrique HCl,

---

[1] Les bandes de ce tableau, marquées doubles, ne sont pas aussi nettement doubles que la bande $6^{\mu},26$ de H^2O ou $3^{\mu},46$ de HCl, la dispersion de l'appareil spectrale étant notablement moindre avec NH^3. L'étude de l'absorption avec un appareil plus puissant pourra entraîner de petites rectifications.

et de l'acide bromhydrique HBr, qui ont été relevés avec la grande dispersion d'un réseau. Les bandes de ces composés, reconnues de $0^{\mu},8$ à $14^{\mu},5$, sont peu nombreuses; mais les plus fortes ont été divisées en maxima secondaires bien distincts. Ainsi la bande λ $3^{\mu},46$ de HCl offre 24 maxima nets d'absorption, avec, au centre, un maximum brillant renversé, deux fois plus large. C'est le type de la bande double.

Les trois composés ont une structure chimique au moins aussi simple que les six composés précédents, mais ils comprennent des atomes plus lourds, les atomes de chlore et de brome, classés dans les deuxième et quatrième périodes de Mendéléef (¹), dont les nombres atomiques sont 17 et 35, et les poids atomiques 35 et 80.

J'ai cherché d'abord si ces bandes, représentées par le maximum brillant du centre, sont reliées aussi simplement que les précédentes à la constante universelle 1062,5. Le résultat est le suivant :

Longueur d'onde en μ.	Nombre de vibrations.	Comparaison avec d_1 ou 1062,5.		Noms des observateurs (²).
		Acide fluorhydrique HF.		
$2^{\mu},52$ do.......	3962	$= 15 d_1/4$	+ 22	Imes, 1919
		Acide chlorhydrique HCl.		
$3^{\mu},464$ do......	2887	$= 8 d_1/3$	+ 54	Imes
$1^{\mu},764$ do......	5659	$= 16 d_1/3$	+ 2	Imes
$1^{\mu},192$	8389	$= 24 d_1/3$	− 110	Schefer et Thomas, 1923
		$= 71 d_1/9$	+ 7	
		Acide bromhydrique HBr.		
$3^{\mu},908$ do......	2559	$= 12 d_1/5$	+ 9	Imes
$1^{\mu},98$.........	5051	$= 24 d_1/5$	+ 49	Schefer et Thomas

L'acide fluorhydrique a une seule bande, conforme à la loi précédente ; il serait utile de prolonger la recherche au delà de $14^{\mu},5$, dans la région de $d_1/2$ et $d_1/4$.

(¹) J'admets ici des périodes de 8 éléments ainsi que dans les premiers tableaux de Mendéléef. Plus tard, les troisième et quatrième périodes anciennes ont eté rattachées à une période nouvelle de 18 éléments ; mais on est obligé de diviser cette période en deux sous-périodes.

(²) IMES, *Astrophys. Journal*, 50, 1919, p. 251 — SHEFER et THOMAS, *Zeits. f. Phys.*, 12, 1923, p. 330.

D'autre part les acides chlorhydrique et bromhydrique, qui devraient dépendre de $d_1/2r$, sont rattachés à $d_1/3$ et $d_1/5$. La loi tient encore si on la généralise, si on admet que chaque atome est représenté non par une unité, mais par le nombre de ses grands anneaux d'électrons; le chlore est alors représenté par 2, le brome par 4, et le fluor par 1. Cette règle qui est simple exigera, pour être acceptée, des vérifications plus nombreuses.

J'ai examiné ensuite les intervalles des maxima secondaires dans les bandes du tableau précédent. Les intervalles ne sont pas constants, comme avec la vapeur d'eau; ils forment, à de faibles différences près, une progression arithmétique (¹). On considère alors seulement l'intervalle moyen qui est justement égal à la moitié de la largeur du maximum central, et j'ai formé avec les largeurs mesurées par Imes le tableau suivant :

HF :	$2^{\mu},52$,	moitié de l'intervalle central.......	$d_1/9 \times 2,93$
HCl :	$3^{\mu},464$,	»	$d_1/17 \times 3$
»	$1^{\mu},764$,	»	$d_1/17 \times 2,97$
HBr :	$3^{\mu},908$,	»	$d_1/35 \times 1,80$

Avec le fluor et le chlore, les intervalles sont en raison inverse des nombres atomiques 9 et 17; ces nombres se retrouvent au dénominateur comme avec l'oxygène et l'azote. Le brome, il est vrai, fait exception : il diffère des corps simples précédents par le rapport du poids atomique P et du nombre atomique A, rapport qui est supérieur à 2. Si l'on multiplie $d_1/35 \times 2$ par $P/2A$, on retrouve à peu près l'intervalle mesuré.

Cette influence de l'atome le plus lourd et de son nombre atomique sur les petits maxima doit retenir l'attention ; elle paraît nette avec trois ou même quatre corps composés dont les atomes ont un poids inférieur à 40; pour conclure, il faut attendre des vérifications nouvelles.

Cependant, de ces premiers résultats encore incomplets, on peut tirer déjà des idées et suggestions nouvelles sur l'atome et la molécule. Pour expliquer la constante universelle d_1, pour expliquer aussi la fréquence des

---

(¹) Les petites bandes secondaires sont représentées par la formule

$$\nu = \nu_0 - (c \times p^2 + c_1 p),$$

p étant un nombre entier, c_1 l'intervalle moyen et ν_0 la fréquence du milieu du maximum central renversé. C'est un cas particulier de la formule générale que j'ai posée en 1887 et 1919 pour la distribution des bandes d'un même composé et qui est à deux paramètres avec deux termes, l'un positif, l'autre négatif. Ici on a un seul paramètre, le paramètre du terme négatif, exactement comme avec les bandes lumineuses d'absorption A, B, α, α', α'' du spectre solaire, examinées en 1919.

bandes qui paraît dépendre du nombre des atomes dans la molécule, j'ai admis provisoirement une sorte de cuirasse qui est fixée à l'atome, qui est la même pour plusieurs atomes et qui, de plus, a ses vibrations propres. Les atomes cuirassés se groupent comme les briques d'un mur ou forment des lignes fermées polygonales, et l'on explique ainsi fort bien plusieurs particularités des spectres de bandes (¹). Si la position de la bande dépend aussi du nombre des anneaux d'électrons, la cuirasse admise, qui, pour simplifier, a été supposée d'abord être un cube, doit être allongée dans le sens des anneaux d'électrons. De plus, les atomes de la molécule, au moins dans les corps à structure simple de cette note, doivent être rapprochés dans le plan équatorial de l'atome le plus lourd, plutôt que dans le plan perpendiculaire ; et la partie centrale de la bande serait due aux vibrations qui s'établissent entre les atomes dans le plan équatorial. Enfin les petits maxima secondaires de la bande, attribués en général à la rotation de la molécule, doivent avoir une autre origine ; l'hypothèse de la rotation, acceptable à la rigueur avec une molécule diatomique, ne convient plus aussi bien avec la vapeur d'eau et le gaz ammoniac, et elle ne s'applique pas à l'atome isolé, qui, lui aussi, peut émettre un spectre de bandes (²).

Cette première dissection de 9 spectres infrarouges, la plupart incom-

---

(¹) Lorsque la température s'abaisse progressivement dans un récipient fermé qui contient un gaz, les molécules se réunissent, et le nombre des molécules dans un même groupement va en croissant. A un certain moment, la pesanteur l'emporte sur les chocs ; les agrégats de molécules tombent et se réunissent dans la partie basse du récipient, sans se souder d'abord les uns aux autres. Ils forment alors un liquide dont le poids est, à une température donnée, dans un rapport constant avec le poids du gaz restant. On a ainsi une théorie simple des liquides, que les études d'absorption infra-rouge permettront peut-être de vérifier.

(²) Dans HCl, les atomes H et Cl qui ont des charges électriques contraires, doivent décrire des ellipses conjuguées; cependant, pour expliquer le spectre de bandes, on les suppose rigidement liés, et en rotation autour d'un axe perpendiculaire à la droite qui les joint. Pourquoi ce mouvement plutôt que l'autre?

La variation simultanée des distances mutuelles de tous les atomes dans la molécule et de tous les électrons dans un atome, peut expliquer dans ces spectres, d'une part, l'influence du nombre des atomes ou des grands anneaux d'électrons, et, d'autre part l'influence du nombre atomique. On est conduit naturellement à la formule suivante qui résume tous les faits actuels : $\nu = qd_1/s \times r \pm q'd_1/s' \times r'$; s étant le nombre des atomes ou des grands anneaux d'électrons dans la molécule, et s' le nombre des électrons d'un atome; q, r, q' et r' étant des nombres entiers quelconques. Les preuves et vérifications à l'appui ne sont pas encore assez nombreuses.

plets, a donc été fructueuse. Il faut poursuivre la recherche avec une précision plus grande des mesures sur l'échelle entière de ces vibrations, c'est-à-dire jusqu'à 3000^{μ}, et l'étendre à tous les corps. Dans son traité récent de spectroscopie, Baly émet l'idée que la région infrarouge est pleine de promesses, et qu'elle donnera la clef des grands problèmes qui se posent dans l'émission et l'absorption de l'énergie rayonnante par la matière. Je partage cette opinion; jusqu'à présent, on a étudié surtout les phénomènes dans la région qui s'étend des rayons lumineux aux rayons X, en soumettant les corps à des températures très élevées, à des étincelles très puissantes, à des chocs très violents de particules. Pour bien reconnaître les propriétés intimes de la matière, il sera peut-être meilleur d'étudier simplement son absorption infrarouge, à des températures beaucoup plus basses, avec la contrainte minima imposée aux corps [1].

CORRESPONDANCE.

M. E. **Hegh** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

La fabrication des ferro-alliages, par Aimé Contagne. (Présenté par M. L. Guillet.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Nouvelles propriétés des courbes de courbure normale constante; leur rôle dans la représentation des surfaces sur les surfaces parallèles. Applications.* Note [2] de Mlle **Sylvie Creangă**, présentée par M. Appell.

1° Le carré de la torsion géodésique d'une courbe de courbure normale constante $\frac{1}{R}$

$$\frac{1}{R} = -\frac{D\,du^2 + 2D'\,du\,dv + D''\,dv^2}{E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2},$$

[1] Cette remarque paraît juste surtout pour les corps composés.

[2] Séance du 27 juillet 1925.

a l'expression $\frac{1}{T_g^2} = -K + \frac{H}{R} - \frac{1}{R^2}$ (K, courbure totale ; H, courbure moyenne de la surface). Si l'on nomme *torsion sphérique* R d'une courbe $\frac{1}{S_R}$, le rapport de l'angle de deux sphères de rayons R, de contact maximum avec la courbe, infiniment voisines, à l'arc correspondant, on a pour les courbes de courbure normale constante $\frac{1}{R}$:

$$\frac{1}{S_R^2} = -K + \frac{H}{R}.$$

C'est la torsion sphérique (¹) de la géodésique qui a même tangente que la courbe qu'on pourrait nommer *torsion sphérique géodésique*.

Pour $R = \infty$ on déduit $\frac{1}{T^2} = -K$, ainsi que ces deux théorèmes peuvent être considérés comme des généralisations du théorème d'Enneper pour les lignes asymptotiques.

2° Les lignes de courbure normale constante $\frac{1}{R}$ jouent dans la représentation d'une surface sur la surface parallèle à la distance R, où des points sur la même normale se correspondent, le même rôle que les lignes asymptotiques dans la représentation sphérique de Gauss, qui peut être considérée comme cas limite de cette représentation plus générale.

On trouve des relations entre D D′D″ et les symboles de Christoffel sur les deux surfaces qui généralisent les relations de Weingarten pour la représentation sphérique de forme

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(D + \frac{E}{R}\right) = \begin{Bmatrix} 11 \\ 1 \end{Bmatrix}_S \left(D + \frac{E}{R}\right) + \begin{Bmatrix} 11 \\ 2 \end{Bmatrix}_S \left(D' + \frac{E}{R}\right) + \begin{Bmatrix} 11 \\ 1 \end{Bmatrix}_{S_1} \left(D + \frac{E}{R}\right) + \begin{Bmatrix} 11 \\ 2 \end{Bmatrix}_{S_1} \left(D' + \frac{E}{R}\right)$$

qui, si l'on prend les lignes de courbure normale constante $\frac{1}{R}$ comme paramétriques, devient

$$\begin{Bmatrix} 11 \\ 2 \end{Bmatrix}_S = -\begin{Bmatrix} 11 \\ 2 \end{Bmatrix}_{S_1}.$$

Cette représentation a les propriétés suivantes : 1° Les directions cyclifiablement conjuguées (²) $\frac{1}{R}$ se transforment en directions cyclifiablement

---

(¹) SCHELL, *Allgemeine Theorie der Kurven doppelter Krümmung*, p. 58.

(²) *Comptes rendus*, **179**, 1919, p. 587.

conjuguées $-\frac{1}{R}$; 2° leur angle se conserve; 3° les lignes de courbure normale constante $\frac{1}{R}$ correspondent aux lignes de courbure normale constante $-\frac{1}{R}$; 4° elles forment ce qu'on nomme une paire orthogonale de courbes; 5° le rapport des carrés des torsions sphériques R des courbes de courbure normale constante correspondantes est égal au rapport des courbures totales des deux surfaces, au rapport des courbures moyennes, changé de signe, au rapport du carré de la torsion géodésique à la courbure normale.

3° Ces lignes et cette représentation mettent en évidence deux catégories de surfaces importantes : les surfaces de courbure moyenne constante $H = \frac{2}{R}$ et les surfaces caractérisées par $-K + \frac{H}{R} - \frac{1}{R^2} = \text{const.}$

Les surfaces caractérisées par $H = \frac{2}{R}$ sont représentées conformément sur leur surface parallèle à la distance R; ce sont les seules surfaces pour lesquelles les lignes de courbure normale constante $\frac{1}{R}$ sont orthogonales et isométriques.

Les surfaces caractérisées par $-K + \frac{H}{R} - \frac{1}{R^2} = \text{const.}$ ont la torsion sphérique R et la torsion géodésique des courbes de courbure normale constante, constantes; ce sont les seules surfaces pour lesquelles les courbes de courbure normale constante forment un réseau de Tchebychef, et pour lesquelles les lignes asymptotiques des deux nappes de la surface évolute qui se correspondent, les surfaces étant des surfaces de Weingarten, correspondent à leurs lignes de courbure normale constante.

Pour $R = \infty$, ce sont les propriétés connues des lignes asymptotiques [2] respectivement sur les surfaces minimales, sur les surfaces à courbure totale constante, auxquelles les surfaces signalées se réduisent en même temps que leurs lignes de courbure normale constante $\frac{1}{R}$ aux lignes asymptotiques.

---

(1) L. Bianchi, *Vorlesungen über diff. Geom.*, sweite Auflage, p. 128, 129, 248, 249.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les semi-invariants de Thiele.* Note [1] de M. **Ragnar Frisch**, présentée par M. Hadamard.

Depuis quelques années, les semi-invariants introduits dans le calcul des probabilités par Thiele [2] commencent à jouer un rôle des plus importants comme moyen de caractériser la distribution des probabilités.

Si l'on considère la distribution d'une variable fortuite pouvant assumer la valeur x_ν avec la probabilité P_{x_ν} ($\nu = 0, 1, \ldots, s$), les semi-invariants λ_n ($n = 0, 1, \ldots, \infty$) sont définis par l'identité en t

$$(1)\qquad e^{\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\lambda_n t^n}{n!}} = \sum_{\nu=0}^{s} P_{x_\nu}.e^{x_\nu t}.$$

Pour les déterminer, on cherche une expression de la fonction

$$(2)\qquad u = u(t) = \operatorname{Log}\sum_{\nu=0}^{s} P_{x_\nu}.e^{x_\nu t}$$

et de ses dérivées successives. On a alors

$$\lambda_n = u^{(n)}(0).$$

Dans le cas spécial de la distribution binominale discontinue, on a

$$x_\nu = \nu, \qquad P_{x_\nu} = P_\nu = \binom{s}{\nu} p^\nu q^{s-\nu}, \qquad u = s\operatorname{Log}(q + pe^t), \qquad q = 1 - p,$$

p étant la probabilité d'un certain événement, et P_ν étant la probabilité pour qu'il se produise ν fois en s épreuves. Je vais démontrer que l'on a dans ce cas

$$(3)\qquad \lambda_n = pq\frac{d}{dp}\lambda_{n-1} \qquad (1 < n),$$

$$(4)\qquad \lambda_{2g} = s\sum_{k=1}^{g} A_{gk}(pq)^k, \qquad \lambda_{2g+1} = s(q-p)\sum_{k=1}^{g} B_{gk}(pq)^k \qquad (0 < g),$$

---

[1] Séance du 15 juillet 1925.

[2] Thiele, *Almindelig Iagttagelseslaere*, Kbhvn, 1884; *Theory of Observations*. London, 1903. Voir aussi Hausdorff, *Berichte der kgl. sächsischen Ges. d. Wissensch.*, Leipzig, *Mathem.-Phys. Cl.*, 1901, 53, p. 171. Les *kanonische Parameter* de Hausdorff se confondent avec les semi-invariants de Thiele.

A_{gk} et B_{gk} étant des coefficients numériques donnés par les formules

$$(5)\qquad kA_{gk}=B_{gk}=\sum_{i=1}^{k}(-1)^{j-1}\binom{2k}{k+j}j^{2g}.$$

Posons pour abréger

$$v=e^t\frac{\partial u}{\partial t},\qquad u^{(n)}=\frac{\partial^n u}{\partial t^n},\qquad v^{(n)}=\frac{\partial^n v}{\partial t^n}.$$

L'identité

$$(6)\qquad q\,u^{(n)}=spe^t-p\,v^{(n-1)}$$

est vérifiée pour $n=1$ puisque

$$u'=\frac{\partial u}{\partial t}=\frac{spe^t}{q+pe^t}.$$

Étant dérivée par rapport à t elle ne subit d'autre modification que celle qui consiste à remplacer n par $(n+1)$. Donc elle est générale.

Remarquant que

$$\frac{\partial v}{\partial t}=v+pq\frac{\partial v}{\partial p}$$

nous pouvons transformer le second membre de (6) en $q\left[u^{(n-1)}-p^2\frac{\partial}{\partial p}v^{(n-2)}\right]$. Cette expression est égale à $q(pq)\frac{\partial}{\partial p}u^{(n-1)}$, ce que l'on vérifie en dérivant (6) par rapport à p. Donc

$$u^{(n)}=pq\frac{\partial}{\partial p}u^{(n-1)}.$$

Nous n'avons qu'à faire $t=0$ dans cette dernière relation pour avoir la formule (3).

A l'aide de (3), on démontre que des développements tels que (4) doivent exister, et l'on obtient les relations récurrentes

$$B_{gk}=kA_{gk},\qquad A_{gk}=k^2A_{g-1,k}-(2k-2)(2k-1)A_{g-1,k-1}$$

avec les conditions initiales

$$A_{g1}=1,\qquad A_{gg}=(-1)^{g-1}(2g-1)!$$

ce qui montre que l'on a

$$A_{gk}=(-1)^{k-1}(2k-1)!\,\Gamma^2_{g-k,k},$$

où $\Gamma^{(2)}_{\nu k}$ est la somme des produits à ν facteurs que l'on obtient par une combinaison d'ordre ν avec répétition, les éléments combinés étant les carrés des nombres naturels 1^2, 2^2, ..., k^2. En effet on vérifie aisément que les

nombres $(-1)^{k-1}(2k-1)\Gamma^{(2)}_{g-k,k}$ satisfont à la même relation récurrente et aux mêmes conditions initiales que les nombres A_{gk}.

Considérons la fonction

$$f_k(x) = [(1-1^2x)(1-2^2x)\ldots(1-k^2x)]^{-1}.$$

C'est une fonction génératrice pour les nombres Γ. En effet pour $|k^2x| < 1$ on peut développer $f_k(x)$ en série de puissances. Le coefficient de x^ν dans ce développement sera égal à $\Gamma^{(2)}_{\nu k}$, ce que l'on vérifie en portant le développement de $f_k(x)$ dans l'équation

$$(1-k^2x)\,f_k(x) = f_{k-1}(x).$$

La décomposition de $f_k(x)$ en fractions simples donne

$$\begin{aligned}(7)\qquad f_k(x) &= \frac{(-1)^k}{k(2k-1)!}\sum_{j=1}^{k}(-1)^j\binom{2k}{k+j}\frac{j^{2k}}{(1-j^2x)}\\ &= \sum_{\nu=0}^{\infty}\frac{(-1)^k}{k(2k-1)!}x^\nu\sum_{j=1}^{k}(-1)^j\binom{2k}{k+j}j^{2(k+\nu)},\end{aligned}$$

d'où l'expression des nombres Γ et la formule (5).

Il est intéressant de noter l'analogie qui existe entre les nombres $\Gamma^{(2)}_{\nu k}$, les nombres de Bernoulli généralisés d'ordre négatif $B^{(-k)}_\nu$ et les différences de zéro $\Delta^k O^g$. Si l'on pose

$$\Gamma^{(1)}_{\nu k} = \frac{\Delta^k O^{\nu+k}}{k!} = \binom{\nu+k}{k}B^{(-k)}_\nu,$$

$\Gamma^{(1)}_{\nu k}$ est la somme des produits à ν facteurs que l'on obtient par une combinaison d'ordre ν avec répétition, les éléments combinés étant les nombres naturels 1, 2, ..., k. La généralisation de ces nombres au cas où les éléments combinés sont les nombres naturels élevés à une puissance quelconque, est immédiate.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la non-uniformisabilité par les fonctions méromorphes des variétés algébriques les plus générales.* Note [1] de M. **André Bloch**, transmise par M. Hadamard.

Après avoir obtenu précédemment différentes propriétés des systèmes de p fonctions uniformes d'une variable, liées par une relation algébrique,

---

[1] Séance du 15 juillet 1925.

je me suis proposé une étude analogue sur les systèmes de p fonctions de p variables, liées par une telle relation. Étendons d'abord à plusieurs variables la méthode employée dans mes précédentes recherches, celle qui a été créée par MM. F. et R. Nevanlinna pour les fonctions d'une variable [1]. Soit $\varphi(x, y)$ une fonction holomorphe ou méromorphe dans le système de cercles $|x| \leqq r_1$, $|y| \leqq r_2$, et posons

$$m(r_1, r_2; \varphi) = \frac{1}{4\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} \overset{+}{\log} |\varphi(r_1 e^{i\psi_1}, r_2 e^{i\psi_2})| \, d\psi_1 \, d\psi_2.$$

Pour une fonction holomorphe $f(x, y)$, égale à 1 à l'origine, posons

$$N(r_1, r_2; f) = \frac{1}{4\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} \log |f(r_1 e^{i\psi_1}, r_2 e^{i\psi_2})| \, d\psi_1 \, d\psi_2.$$

$N(r_1, r_2; f)$ ne dépend que de la courbe des zéros de f et est une fonction croissante de r_1 et r_2. Pour une fonction méromorphe $g(x, y)$ non nulle à l'origine, que l'on peut supposer mise sous la forme $\frac{h}{k}$, où h et k sont holomorphes et h égale à 1 à l'origine, posons

$$N(r_1, r_2; g) = N(r_1, r_2; h).$$

Pour une fonction méromorphe $\varphi(x, y)$, posons

$$gm(r_1, r_2; \varphi) = m(r_1, r_2; \varphi) + N\left(r_1, r_2; \frac{1}{\varphi}\right).$$

L'expression $gm(r_1, r_2; \varphi)$ est une fonction croissante de r_1 et r_2. On a

$$\varphi(0, 0) = \frac{1}{4\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} \log |\varphi(r_1 e^{i\psi_1}, r_2 e^{i\psi_2})| \, d\psi_1 \, d\psi_2 + N\left(r_1, r_2; \frac{1}{\varphi}\right) - N(r_1, r_2; \varphi).$$

Un théorème de M. R. Nevanlinna [1] [a] s'étend de même à plusieurs variables. Et l'on déduit de là l'inégalité

$$gm(r'_1, r'_2; \varphi'_x) < \overset{+}{\log} \frac{2}{r_1 - r'_1} + 2\, gm(r_1, r_2; \varphi) \qquad (r'_1 < r_1,\ r'_2 < r_2).$$

D'où, presque partout :

$$gm(r_1, r_2; \varphi'_x) < (2 + \varepsilon)\, gm(r_1, r_2; \varphi).$$

Soit maintenant $F(X, Y, Z) = 0$ une surface algébrique d'ordre m, sans

---

(1) Cf. Rolf Nevanlinna, (a) *Ueber eine Klasse meromorphen Funktionen* (*Math. Ann.*, 92, 1924, p. 145); (b) *Beweis des Picard-Landauschen Satzes* (*Gött. Nachr.*, 6 juin 1924, p. 151).

singularités que l'on suppose uniformisée par des fonctions méromorphes en u et v. En introduisant une variable d'homogénéité T et appliquant le théorème d'Euler, on obtient, pour tout point de la surface :

$$F'_X : F'_Y : F'_Z : F'_T :: \frac{\partial(Y, Z)}{\partial(u, v)} : \frac{\partial(Z, X)}{\partial(u, v)} : \frac{\partial(X, Y)}{\partial(u, v)} : [X, Y, Z];$$

le crochet désignant le déterminant de X, Y, Z et de leurs dérivées. Les déterminants du second membre ne sont pas identiquement nuls si X, Y, Z ne sont pas fonctions les uns des autres. D'autre part, les quatre dérivées du premier membre étant sans zéros communs, si l'on considère trois combinaisons linéaires *génériques* fixes des rapports de trois d'eutre elles à la quatrième, en reconnaît que la plus grande des trois expressions gm correspondantes surpasse constamment, à une constante additive près, le produit par $(m - 1)$ de chacune des gm de X, Y, Z. Donc, eu égard à la dernière inégalité obtenue, on a, si l'on dépasse une certaine constante numérique, une impossibilité. Ainsi :

Soit une variété algébrique à p dimensions, sans singularités, de l'espace à $p + 1$ dimensions. Si son ordre m dépasse un certain nombre M_p, dépendant uniquement de p, elle n'est pas uniformisable par les fonctions méromorphes.

En utilisant directement l'avant-dernière inégalité, on trouve (1) (b) :

Si $p + 1$ fonctions de p variables méromorphes dans l'hypersphère-unité, sont liées par l'équation de la variété ci-dessus, le jacobien à l'origine de p d'entre elles, holomorphes dans le voisinage admet une borne supérieure dépendant uniquement du point de la variété correspondant à l'origine.

De là dérive un corollaire :

Soit, intérieur au sens strict à l'hypersphère-unité à 2p dimensions réelles, un continuum ouvert à p dimensions réelles : il lui correspond, par les fonctions méromorphes considérées, un certain continuum sur la variété. Soit une intégrale p-uple de première espèce attachée à la variété. La valeur de cette intégrale étendue au continuum de la variété admet une borne supérieure dépendant uniquement du continuum donné dans l'hypersphère-unité (et par suite uniquement de la frontière à $p - 1$ dimensions dudit continuum).

Il y aurait intérêt à remplacer les hypothèses faites sur la variété — être sans singularités et d'ordre $m > M_p$ — par la suivante, plus générale et birationnellement invariante : *admettre plus d'une intégrale p-uple de première espèce*. Mais la réciproque, naturellement, n'aura pas lieu, comme le prouve l'exemple des surfaces réglées.

---

(1) (b) *Loc. cit.*

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur le problème de M. Émile Borel et la méthode des résolvantes.* Note de M. **N. Lusin**, présentée par M. Émile Borel.

La présente Note se rattache à celles que j'ai soumises à l'Académie aux dates des 4 mai, 25 mai, 15 juin et 13 juillet derniers; sa place logique est à la suite de la troisième. Je poursuis dans la Communication actuelle la résolution du problème de M. Émile Borel (¹) dont l'énoncé a été cité dans la première de ces notes.

1. *Les résolvantes.* — Nous dirons qu'un problème quelconque P de la théorie des fonctions est *mis en résolvante* lorsque nous pouvons nommer, au sens de M. Henri Lebesgue, un ensemble *de points* E tel qu'on sait résoudre par l'affirmative le problème P toutes les fois qu'on peut nommer un point de E, et on sait le résoudre par la négative toutes les fois qu'on peut démontrer que l'ensemble E est vide. L'ensemble de points E lui-même, dont dépend la résolution finale du problème proposé P, sera dit *la résolvante* du problème P.

Parmi les problèmes de la théorie des fonctions dont la résolution paraît présenter des difficultés d'ordre transcendant, si l'on peut ainsi dire, la plupart admettent la mise en résolvante, et il importe de remarquer que ces résolvantes sont toutes des ensembles *projectifs.* Parmi ces problèmes, les plus intéressants sont ceux qui cherchent le continu bien ordonné d'une manière effective ou la notation analytique d'une manière dépourvue d'ambiguïté pour *tous* les nombres transfinis de seconde classe (Émile Borel).

Ce sont précisément les résolvantes projectives de ces problèmes que je considère comme des solutions probantes du problème précédemment cité de M. Émile Borel.

2. Dans les cadres limités de la Communication actuelle, nous ne ferons que mentionner un problème dont la réalité, le caractère peu artificiel, l'importance se montrent à ce fait qu'il ne s'agit, d'après la définition des ensembles analytiques, que des séries de polynomes à coefficients entiers qui convergent absolument pour toutes valeurs de x, $0 < x < 1$:

Reconnaître si tous les complémentaires des ensembles analytiques n'ont pas,

(¹) Voir la Communication de M. Émile Borel faite au IVᵉ Congrès international des Mathématiciens (Rome, avril 1908).

ou bien la puissance des ensembles dénombrables, ou bien la puissance du continu.

L'intérêt du problème tient précisément à ce que si l'on se plaçait sur le terrain des raisonnements idéalistes, c'est-à-dire si l'on admettait l'existence de *tous* les nombres transfinis de seconde classe, on pourrait démontrer d'une manière irréprochable que tout complémentaire non dénombrable qui ne contient aucun ensemble parfait est nécessairement la réunion exacte d'une infinité non dénombrable d'ensembles dénombrables n'ayant deux à deux aucun point commun et numérotés d'une manière précise et sans ambiguïté possible au moyen de *tous* les nombres transfinis de seconde classe. Donc, si ce cas, logiquement possible, est pratiquement réel [1], on pourra affirmer que l'existence de *tous* les nombres transfinis de seconde classe est un fait d'ordre expérimental. Ce point de vue est le seul qui me paraît mériter le nom de *réaliste*.

La résolvante E de ce problème est un ensemble *projectif de classe* 3 *au plus ;* si l'on sait nommer un point de E, on a un tel complémentaire extraordinaire, et *vice versa*. Mais c'est une partie (encore projective) E_1 de E servant de résolvante à un autre problème qui paraît présenter beaucoup plus d'intérêt : dès qu'on sait nommer un point de E_1, on a une infinité non dénombrable de points pris individuellement chacun dans le continu et numérotés sans ambiguïté au moyen de *tous* les nombres transfinis de seconde classe (Henri Lebesgue).

3. La méthode est générale. Beaucoup de problèmes admettent la mise en résolvante. Tels sont, par exemple, les problèmes de la mesure et de la catégorie des ensembles projectifs de classe 2 ; tel est même le problème du continu bien ordonné ; les résolvantes de ces problèmes sont toutes des ensembles projectifs. La personne qui saurait nommer un point de la résolvante E du dernier problème aurait *tous* les points du segment (0, 1) numérotés sans ambiguïté au moyen de *tous* les nombres transfinis de seconde classe. C'est une *des* solutions du problème du continu [2].

4. La question est maintenant de savoir si l'on doit considérer ces ensembles projectifs comme *donnés* (bien définis). Nous ne croyons pas.

---

(1) C'est en partant de la divisibilité d'entiers positifs qu'on obtient un exemple arithmétique d'ensemble analytique non mesurable B.

(2) On a une autre solution en se plaçant sur le terrain du non-contradictoire (Hilbert). Il serait fort intéressant de savoir si la proposition : « la puissance du continu est aleph-deux » est encore non contradictoire en soi, de même que l'est la proposition : « la puissance du continu est aleph-un ».

« L'effectivité » des ensembles projectifs, bien qu'ils soient nommés, n'est qu'apparente, puisque l'opération, qui consiste à prendre le complémentaire, est une opération *purement négative*.

M. René Baire a écrit, il y a vingt ans, dans sa lettre à M. J. Hadamard : « de ce qu'un ensemble est donné, *il est faux pour moi de considérer les parties de cet ensemble comme données* ». Il nous semble que cette affirmation doit être étendue de la manière suivante : *un ensemble étant donné, il est faux de considérer son complémentaire comme donné*.

Dans l'état actuel de la Science, les ensembles mesurables B sont les seuls dont la construction au moyen des opérations positives se réalise en même temps que celle de leurs complémentaires (¹).

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur le tube de Crookes.* Note de M. A. **Dauvillier**, transmise par M. M. de Broglie.

Appareil. — Le tube à vide, en verre alcalin, est de forme cylindrique (longueur 40^{cm}, diamètre 7^{cm}). Il est muni de deux électrodes cylindriques, symétriques et à fond plat, en ferro-chrome Philips (²), directement soudées au verre (diamètre 3^{cm}, distance 20^{cm}). Il est disposé verticalement, l'électrode inférieure étant refroidie par une circulation d'eau isolée et portée à un potentiel *continu*, élevé, positif ou négatif, mesuré par un voltmètre Abraham-Villard. L'électrode supérieure, mise au sol, contient une masse constante d'eau, protégée de l'évaporation par une couche d'huile. Elle contient un thermomètre et une résistance d'étalonnage en nichrome.

Le tube est relié à une jauge à lecture directe et à une pompe de Gaëde par l'intermédiaire d'un condenseur à neige carbonique. Un osmo-régulateur permet l'entretien d'une pression constante d'hydrogène.

Expériences. — L'appareil ayant été préalablement desséché, étuvé et évacué, est rempli d'hydrogène sous diverses pressions et les courbes d'échauffement sont relevées en fonction du temps pour les deux polarités.

(¹) Rappelons que tout ensemble de points dans la définition duquel interviennent effectivement *tous* les nombres transfinis de seconde classe est un ensemble projectif. La définition transfinie, positive en apparence, se transforme donc, sur le terrain des définitions finies, en une définition purement négative.

(²) Ces électrodes sont très robustes et ont l'avantage d'être inoxydables et de ne pas absorber de vapeur de mercure.

Ces courbes présentent un début rectiligne à partir de l'ambiance et la mesure de leur pente permet, grâce à une courbe d'étalonnage, de connaître en watts la puissance dépensée dans l'électrode.

Résultats. — Trois séries de mesures ont été effectuées : deux aux pressions extrêmes, compatibles avec un fonctionnement stable, et la troisième sous une pression moyenne. Le tableau suivant résume les résultats obtenus :

	Expérience I (1).	Expérience II (2).	Expérience III (3).
Puissance W (watts)	24	24	24
Intensité I (milliamp.)	8,0	3,2	1,7
Tension V (kilovolts)	3,0	7,5	14,0
Pression (baryes)	45	26	15
Espace obscur (longueur cm)	4,5	8,5	22,0
Cathode W_c (watts)	6,7	6,5	4,9
Anode W_A (watts)	1,5	5,2	8,3
$W_c + W_A$	8,2	11,7	13,2
$\frac{W - W_c}{W_c}$	2,5	2,7	3,9

On remarque tout d'abord que la somme des puissances dépensées aux électrodes augmente lorsque la pression diminue, mais qu'elle ne dépasse guère la moitié de la puissance totale consommée. Les luminescences visibles et ultraviolettes de l'afflux, de la lumière négative et des parois, de même que la radiation Röntgen du gaz, de l'anode et des parois, sont relativement négligeables (4). Ce sont les rayons cathodiques diffusés par l'anode et l'émission cathodique générale (d'origine photo-électrique) qui sont surtout responsables de la différence.

---

(1) L'afflux recouvre la plus grande partie de la cathode. Lumière négative très vive s'étendant presque jusqu'à l'anode. Pas de lumière positive. Aucune fluorescence verte des parois. L'énergie des rayons cathodiques est dépensée en chaleur dans les parois avoisinant la cathode. Caractéristique volts-ampères positive : le courant est proportionnel au cube de la tension. Tendance au régime à colonne positive avec discontinuité.

(2) Afflux exclusivement frontal : diamètre d'impact $1^{cm},5$. Le faisceau cathodique divergent excite la fluorescence du verre en arrière de l'anode, mais celle-ci ne le diffuse pas notablement.

(3) Afflux très concentré : diamètre d'impact $0^{cm},5$. Faible lumière négative en arrière de l'anode. Vive fluorescence générale et forte réflexion anodique. Tendance au désamorçage.

(4) L'échauffement du gaz et l'émission des rayons cathodiques *positifs* peuvent aussi être négligés.

Admettons que la différence de potentiel V puisse être considérée comme reportée entre la cathode et le bord cathodique de la lumière négative et que la source des protons constituant l'afflux soit la lumière négative. Il en résulte que l'afflux et l'émission cathodique subissent tous deux la chute de potentiel V et que les puissances W_c et $W-W_c$ représentent leurs intensités relatives. On en déduit que, sur le ferro-chrome, un proton de 3 KV libère 2,5 électrons lents en moyenne et qu'un de 14 KV en libère quatre.

En d'autres termes, s'il passe sous cette tension, cinq milliampères dans le tube, le courant de protons a une intensité d'un milliampère et le courant d'électrons transporte quatre milliampères.

Disparition du gaz. — L'hydrogène a été rapidement absorbé sous tous les régimes. Certaines remarques semblent montrer que cette disparition n'est pas entièrement due à la pulvérisation cathodique, mais qu'il se produit une polymérisation temporaire du gaz.

Origine de l'afflux. — La partie *utile* de l'afflux cathodique, au point de vue de l'émission d'électrons, semble être toujours constituée de protons, quelle que soit la nature du gaz contenu dans le tube, et la source initiale en est (au moins partiellement) l'anode. Les éléments électropositifs renferment ou absorbent toujours assez d'hydrogène pour libérer des ions H^+ sous l'influence du bombardement électronique dû à la chute anodique. Les expériences classiques de Gehrcke et Reichenheim, ainsi que certains faits connus depuis longtemps des constructeurs de tubes de Crookes, semblent bien montrer ce rôle capital de l'état de l'anode [1] dans le fonctionnement du tube.

PHYSIQUE. — *Diffusion de la lumière et rapport des retards absolus dans le phénomène de Kerr.* Note [2] de M. Y. **Rocard**, transmise par M. A. Cotton.

La dépolarisation ρ de la lumière diffusée par un fluide et le rapport ψ des retards absolus dans ce même fluide sont liés par une relation assez curieuse, dont la forme dépend d'ailleurs de l'idée que l'on se fait du

(1) Il est à remarquer que ces anodes fonctionnent le plus souvent dans l'espace obscur (de Crookes).

(2) Séance du 3 août 1925.

mécanisme de la diffusion d'une part et du mécanisme de l'électrostriction d'autre part. Pour l'électrostriction, nour appliquons toujours la théorie de MM. Bruhat et Pauthenier, en la généralisant comme il est indiqué plus bas.

1. *On ne suppose rien sur les variations de l'indice n et de la densité* D. — Il est alors impossible d'édifier une théorie moléculaire de la diffusion de la lumière dans les fluides. Nous pouvons par contre généraliser les théories d'Einstein et de Gans. La formule de Gans pour la dépolarisation devient

$$(1) \qquad \rho = \frac{48\pi n\lambda\Gamma}{56\pi n\lambda\Gamma + \dfrac{3\left(\dfrac{\partial\varepsilon}{\partial p}\right)\left(\dfrac{\partial n^2}{\partial p}\right)}{\beta_T}},$$

ε = constante diélectrique, β_T = compressibilité isothermique, Γ = constante de Kerr pour la longueur d'onde λ. Comparant à la théorie de l'électrostriction, nous obtenons :

a. Pour l'électrostriction isothermique

$$(2) \qquad \rho = \frac{2(\psi - 1)}{3\psi - 1}.$$

b. Pour l'électrostriction adiabatique, supposons d'abord pour simplifier que n ne dépende que de D : soit γ le rapport des chaleurs spécifiques, nous obtenons

$$(3) \qquad \rho = \frac{6(\psi - 1)}{(7 + 2\gamma)\psi + (4\gamma - 7)}.$$

Si nous voulons traiter au contraire le cas général (n dépendant de D et T), nous établirons la formule suivante par voie thermodynamique : Soit une grandeur A dépendant de l'état d'un corps. Ce corps subit une variation de volume $(\Delta v)_S$ adiabatique, ou $(\Delta v)_T$ isothermique; il s'ensuit des variations $(\Delta A)_S$ ou $(\Delta A)_T$ et l'on a

$$(4) \qquad \frac{(\Delta A)_S}{(\Delta A)_T} = \frac{(\Delta v)_S}{(\Delta v)_T}\left\{1 + (\gamma - 1)\left[1 + \frac{\beta_T}{\alpha}\frac{\left(\dfrac{\partial A}{\partial T}\right)_P}{\left(\dfrac{\partial A}{\partial P}\right)_T}\right]\right\}, \qquad \text{où } \alpha = \frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial t}\right)_p.$$

Cette formule importante nous permet de généraliser la théorie de l'électrostriction adiabatique : il suffit de l'appliquer d'abord à ε, puis à η^2.

Posons alors

$$(5)\quad \gamma_1 = \frac{\gamma}{\left\{1+(\gamma-1)\left[1+\frac{\beta_T}{\alpha}\frac{\left(\frac{\partial n^2}{\partial T}\right)_P}{\left(\frac{\partial n^2}{\partial P}\right)_T}\right]\right\}\left\{1+(\gamma-1)\left[1+\frac{\beta_T}{\alpha}\frac{\left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial T}\right)_P}{\left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial P}\right)_T}\right]\right\}}.$$

Nous avons

$$(6)\quad \rho = \frac{6(\psi-1)}{(7+2\gamma_1)\psi+(4\gamma_1-7)}.$$

2. *L'indice et la densité sont liés par la formule de Lorentz.* — Nous pouvons alors employer des théories moléculaires : J'ai signalé dans une Note précédente qu'il y en avait plusieurs différant par leurs conceptions sur le caractère des fluctuations. J'ai montré que les théories du genre de Vessot-King et de Gans conduisaient aux mêmes résultats en ce qui concerne la dépolarisation; on retombe alors sur les formules données plus haut. Reste la théorie du genre de Ramanathan : elle fournit la formule

$$\rho = \frac{6(\psi-1)}{(7+2\gamma_2)\psi+(4\gamma_2-7)},$$

en posant $\gamma_2 = \frac{(n^2+2)^2}{9}$ dans le cas de l'électrostriction isothermique et $\gamma_2 = \frac{\gamma(n^2+2)^2}{9}$ dans le cas de l'électrostriction adiabatique.

En résumé, nous voyons que les mesures de ρ et ψ se contrôlent mutuellement au moyen des formules indiquées.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Identification de l'acide glyoxylique par l'action de l'hydrazine et du xanthydrol à l'état d'acide dixanthylhydrazone-glyoxylique.* Note de MM. **R. Fosse** et **A. Hieulle**, présentée par M. Émile Roux.

1. La réaction colorée de Schryver, qui était considérée comme spécifique du formol, appartient aussi, non seulement à l'acide glyoxylique, ainsi que nous l'avons établi ([1]), mais encore à plusieurs autres corps.

Pour reconnaître, sans erreur possible, l'acide glyoxylique ou la formaldéhyde, il faut donc nécessairement préparer un de leurs dérivés à l'état pur. L'identification de l'acide glyoxylique, à l'aide de ses combinaisons avec les réactifs azotés des aldéhydes, manquant de sensibilité pour des recherches biologiques, nous avons cherché et réussi à précipiter sous la forme d'une nouvelle combinaison définie, cristallisée, caractéristique, de très petites quantités de cet acide-aldéhyde (1^{mg} à $\frac{1}{10}$ de milligramme) pris à de fortes dilutions (1^{cg} par litre, $\frac{1}{100000}$).

2. C'est à l'action du xanthydrol sur un mélange d'hydrazine et d'acide glyoxylique que nous devons ces résultats.

On a vainement tenté jusqu'ici de condenser l'acide glyoxylique avec la base de Curtius, dans le but d'obtenir la réaction représentée par

$$\text{(A)} \qquad COOH.CH(OH)^2 + NH^2.NH^2 = 2H^2O + COOH.CH = N.NH^2.$$

L'hydrazone inconnue, qui dérive de cette égalité, existe dans la solution aqueuse d'hydrazine et d'acide glyoxylique, puisque le xanthydrol acétique en précipite son dérivé dixanthylé, résultant des deux réactions (A) et (B) :

$$\text{(B)} \qquad COOH.CH = N.NH^2 + 2HO.CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$
$$= COOH.CH = N.N\left[CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O\right]^2 + 2H^2O.$$

3. Le xanthydrol possède la propriété de s'unir équimoléculairement,

---

([1]) R. Fosse et A. Hieulle, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 637.

avec perte d'eau, à l'hydroxylamine, à la semi-carbazine [1] et à la phénylhydrazine.

Dans le cours du présent travail nous avons eu l'occasion de constater que cet alcool réagit sur l'hydrazine elle-même, qui est transformée en dérivé trixanthylé :

$$NH^2.NH^2 + 3HO.CH\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle O$$
$$= 3H^2O + O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH - NH.N = \left[CH\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle O\right]^2.$$

La trixanthylhydrazine apparaît en proportion plus ou moins importante, selon les conditions expérimentales, dans l'action du xanthydrol sur le mélange d'hydrazine et d'acide glyoxylique.

Ce nouveau composé de l'hydrazine se sépare de l'acide dixanthylhydrazone-glyoxylique par l'action des alcalis alcooliques, qui, ne dissolvant que ce dernier, le déposent cristallisé après addition d'acide acétique.

4. *Trixanthyl-hydrazine* : $[O(C^6H^4)^2CH] - NH.N = [CH(C^6H^4)^2O]^2$. A la solution : xanthydrol, 2^{g}; hydrate d'hydrazine à 50 pour 100, $0^{cm^3},5$; alcool absolu, 40^{cm^3}; eau, 20^{cm^3}, on ajoute de l'acide acétique, 6^{cm^3}. La liqueur se prend bientôt en bouillie de cristaux blancs, qu'on essore, on lave à l'alcool, on dissout dans $CHCl^3$ chauffé légèrement et l'on précipite par l'alcool absolu. La matière, séchée au-dessous de 100°, retient une molécule d'eau, qu'elle perd par chauffage prolongé à 100°-105°. En tube étroit, elle fond de 159° à 162° en dégageant des bulles; puis le liquide se transforme en solide, fondant de 167° à 175°.

	C pour 100.	H pour 100.	N pour 100.
Substance hydratée : trouvé.....	99,57	5,30	4,81
Théorie pour $C^{39}H^{30}O^4N^2$....	79,32	5,08	4,74
Substance anhydre : trouvé.....	81,85	5,33	5,03
Théorie pour $C^{39}H^{28}O^3N^2$....	81,81	4,89	4,89

Eau de cristallisation : trouvé pour 100, 3,05; théorie, 3,05.

5. *Préparation et analyses de l'acide dixanthyl-hydrazone-glyoxylique :*

$$[O(C^6H^4)^2CH]^2 = N.N = CH.COOH.$$

(1) R. Fosse, *Comptes rendus*, 143, 1906, p. 749.

On introduit peu à peu, en agitant : xanthydrol 1^g, acide acétique 200^{cm^3}, dans acide glyoxylique $0^g,2$, eau 200^{cm^3}, hydrate d'hydrazine à 50 pour 100, 5 gouttes. Après addition d'eau jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité, on agite, on essore les flocons blancs volumineux, on les lave et les exprime entre des feuilles de papier à filtre. La matière, délayée dans un vase à centrifuger avec de l'alcool à 96°, reçoit de la soude en solution alcoolique $\frac{N}{1}$ jusqu'à faible réaction alcaline persistante. L'addition d'acide acétique à la liqueur centrifugée provoque la formation d'un abondant précipité cristallisé.

Le corps dissous dans $CHCl^3$, légèrement chauffé, précipité par de l'éther de pétrole, séché au-dessous de 100°, retient une molécule d'eau de cristallisation, qui disparaît par long chauffage dans le vide ou à 105°.

	C pour 100.		H pour 100.	N pour 100.	
Acide hydraté : trouvé........	71,80	71,90	4,67	6,06	»
Théorie pour $C^{28}H^{22}O^5N^2$..	72,0	»	4,72	6,00	»
Acide anhydre : trouvé.......	75,17	»	5,14	6,18	6,18
Théorie pour $C^{28}H^{20}O^4N^2$..	75,00	»	4,49	6,22	»

6. *Dixanthyl-hydrazone-glyoxylate d'argent :*

$$[O(C^6H^4)^2CH]^2 = N.N = CH.COOAg$$

	C p. 100.	H p. 100.	N pour 100.		Ag pour 100.		
Trouvé......................	59,75	3,92	5,09	4,99	19,46	19,20	19,20
Théorème pour $C^{28}H^{19}O^4N^2Ag$.	60,54	3,42	5,04	»	19,44	»	»

MÉTÉOROLOGIE. — *L'asymétrie de la circulation atmosphérique.* Note de M. **William Herbert Hobbs.**

Dans toutes les théories de la circulation atmosphérique, le globe terrestre n'est envisagé qu'avec un plan de symétrie, équatorial. Dans les deux régions polaires, les conditions atmosphériques ont été considérées jusqu'aujourd'hui comme absolument semblables. Néanmoins la région du Nord polaire est un bassin profond occupé par l'Océan couvert de banquises, tandis que la région du Sud polaire est formée d'un continent recouvert d'une calotte de glace d'une hauteur de 3000^m environ. Ce bouclier de glace d'une surface d'irradiation effective a une étendue de haute pression atmosphérique, c'est-à-dire un vaste anticyclone glacial qui reste fixe. L'écoulement centrifuge de l'air superficiel sur cette calotte n'est pas régulièrement continu, mais, au contraire, il est caractérisé par des pulsations très fortes (*strophes*) qui sont constatées alternativement grâce à des calmes et des tempêtes. Ces tempêtes se déroulent graduellement, mais se terminent brusquement lorsque l'orage a atteint son maximum de violence; il entraîne une grande augmentation de température, et un abaissement d'humidité, qui rend la visibilité de l'air très grande [1].

Des conditions à peu près semblables sont réalisées au-dessus du continent, moins étendu, du Groenland qui a aussi une calotte de glace d'une hauteur de 3000^m environ, mais dont la position est très excentrique, son centre géographique étant déplacé du pôle Nord par 19° de latitude. On constate, sur l'Océan arcticque autour du pôle Nord, une pression atmosphérique presque normale.

La théorie de Bjerknes sur la circulation atmosphérique, c'est-à-dire la théorie du front polaire, publiée en 1920, est généralement acceptée par les météorologistes d'Europe. Comme toutes les autres théories touchant l'atmosphère, elle est basée sur l'hypothèse que les deux régions polaires sont essentiellement les mêmes. Établie pour expliquer les perturbations atmosphériques de l'Europe occidentale, cette théorie suppose l'existence

(1) W.-H. Hobbs, *Zeitschrift für Gletscherkunde*, 5, 1910, p. 110-120; *Proc. Am. Philos. Soc.*, 49, 1910, p. 99-104; *Characterics of Existing Glaciers*, Macmillan, New-York, 1911, Chap. IX et XVI; *Proc. Am. Philos. Soc.*, 54, 1915, p. 185-211; *Nature*, Londres, t. 105, 1920, p. 644.

d'une calotte d'air froid, cause, d'après Bjerknes, des perturbations cyclonales. Cette calotte, dite d'air froid, du pôle Nord qui, d'après ce que j'ai indiqué plus haut, n'existe pas, constituerait d'après le savant Norvégien, un contact avec l'air chaud d'origine tropicale sur une surface de discontinuité, le front polaire. Au nord de ce front « tous les signes indiquent de l'air d'origine polaire qui a une température basse pour la latitude; il montre une grande sécheresse et il se distingue par une grande visibilité ». Ces caractéristiques sont tout à fait différentes de celles de l'air nord polaire qui est souvent brumeux, mais, par contre, ce sont les caractéristiques de l'air qui descend de la calotte de glace du Groenland (*foehn*).

Cependant il me paraît que l'évidence la plus convaincante que cet air est d'origine groenlandaise se trouve dans les caractéristiques des familles cyclonales de l'Europe occidentale que Bjerknes a décrit dans ses brillantes monographies. Ces cyclones qui arrivent en série présentent une augmentation d'intensité dès le commencement jusqu'à la fin et ils se terminent brusquement. Cette évolution des cyclones correspond justement à l'écoulement de l'air froid de la calotte de glace; c'est en quelque sorte un déroulement d'un strophe d'anticyclone groenlandais. Les cyclones mourants qui arrivent de l'Ouest à la côte du Groenland semblent se ranimer pendant ces strophes d'anticyclone glacial groenlandais.

Les anticyclones glacials du Groenland et de l'Antarctique sont respectivement le pôle du vent N et le pôle du vent S du globe. Dans ces régions les courants d'air supérieurs plongent vers la surface, puis se dirigent en sens inverse. L'asymétrie du système due à la position excentrique et à l'étendue moins vaste du Groenland quand on le compare à l'Antarctique, explique le déplacement vers le Nord des zones de haute pression dans les latitudes inférieures. A cet égard les plus grandes différences s'observent entre les méridiens de 40° O et 140° E qui partagent en deux le continent du Groenland.

SISMOLOGIE. — *Tremblements de terre en France en* 1924. Note de MM. **E. Rothé**, **J. Lacoste** et de Mme **A. Hée**, présentée par M. Bigourdan.

Le nombre des tremblements de terre a atteint en France le chiffre de 24 pendant l'année 1924. Plusieurs de ces séismes ont été suivis de répliques qui ne sont pas comptées dans le chiffre précédent.

C'est encore la région des Pyrénées qui, comme les années précédentes, a offert les phénomènes les plus importants.

Sud-Ouest : région des Pyrénées. — Le 22 février à $15^h32^m35^s$, ressenti dans la plupart des départements du Sud-Ouest, fortement dans les Basses et Hautes-Pyrénées, ainsi qu'en Espagne, dans la haute vallée de l'Aragon. Les dégâts les plus importants (VI-VII, échelle internationale) se sont produits au nord du massif du Pic du Midi d'Ossau, à Nay, Arthez-d'Asson, Arudy dans les Basses-Pyrénées et dans les cantons d'Argelès et Aucun des Hautes-Pyrénées. Il s'est produit des répliques pendant les journées des 22, 23, 24 et 25. L'étude microséismique a permis de fixer l'épicentre $\varphi = 42°50'N$, $\lambda = 0°30'W$, profondeur probable 20 à 30^{km}, grâce aux observations très concordantes de Bagnères-de-Bigorre, Tortosa, Barcelone, Tolède, Puy-de-Dôme, Zurich, Strasbourg.

Le 27 février, à $21^h52^m54^s$. Ressenti également dans la plupart des départements du Sud-Ouest, ce séisme, plus faible que le précédent, a son épicentre dans la haute vallée de Cinqueta entre le Mont-Perdu et la Maladetta. Il se rattache aux séismes des années précédentes.

Le 17 août, à 6^h, ressenti dans la région montagneuse entre le Gave de Pau et l'Adour. Deux impulsions inscrites à Bagnères-de-Bigorre à $5^h55^m59^s$ et $5^h58^m0^s$.

Le 23 octobre, à $20^h32^m21^s$, épicentre dans la région de Bagnères, iP $20^h32^m21^s$, M 32^m25^s, F $33^m(41^s)$; inscrit également à Tortosa et à Barcelone.

Sud : Vaucluse. — Les 24 et 30 septembre, à 12^h et à 6^h, deux secousses avec quelques dommages à Caderousse, île de la Piboulette, phénomènes produits au moment des grandes inondations. La première comporte cinq répliques.

Sud-Est : Alpes-Maritimes. — De mars à septembre, 8 secousses sont signalées dans les régions de Beuil : le 12 mai à 21^h40^m, IV; le 25 juillet à 4^h25^m, IV; le 26 juillet à 6^h50^m, V, et 19^h25^m, IV; le 5 septembre à 17^h, IV, et 23^h, III; le 6 septembre à 8^h55^m, IV); le 27 septembre à 16^h. Une autre secousse est signalée le 16 avril à 4^h dans la région de Sospel.

Région du centre : Lozère-Cévennes. — Le 17 janvier vers 5^h45^m, un séisme non destructeur et d'intensité maximum V, a été ressenti en Lozère, dans l'Ardèche, le Gard, le Puy-de-Dôme et l'Hérault; ce séisme paraît être en relation avec les deux grandes failles perpendiculaires qui se coupent dans la région de Villefort.

A signaler aussi une intensité d'ordre V dans le voisinage de l'Aigoual. Ce séisme paraît nettement différent de ceux des 3 octobre 1920, et 25 août 1922 qui avaient sensiblement affecté les mêmes régions et qu'on a attribués à des réajustements dans la cuvette synclinale de la vallée de l'Allier.

Aveyron. — Le 24 janvier, à 5^h45^m, une secousse a été ressentie à Laguiole (Aveyron).

Indre-et-Loire. — Le 19 janvier, vers 6^h30^m, une secousse a été ressentie dans la région de Tours.

Nord-Est : Haute-Marne. — Le 1er novembre, vers 2^h20^m, deux faibles secousses de 7 à 8 secondes, d'intensité III environ; des grondements auraient été entendus dans la même région le 14 janvier.

Haut-Rhin et Bas-Rhin. — Les 11 et 12 décembre, vers $16^h 34^m$ et $7^h 21^m$, deux secousses ont été ressenties dans ces deux départements; elles ont atteint au plus le degré IV. L'épicentre, déterminé à l'aide des données microséismiques, se trouve dans le Jura Souabe à 48° 22′ N et 9° 30′ E.

Est : Haut-Rhin et Savoie. — Le 15 avril, vers $12^h 48^m$, un séisme de degré VIII se produisit dans la région de Viège (Valais); il fut ressenti dans toute la Suisse, et dans le nord de l'Italie; en France il ne fut perçu qu'à Mulhouse (IV) et à Chambéry (IV); il a été inscrit dans toutes les stations françaises.

Savoie et Haute-Savoie. — Le 14 août, une secousse a été ressentie vers $3^h 15^m$, avec l'intensité V-VI, dans différentes localités situées sur les alluvions de la vallée de l'Isère, de l'Arly et d'une ancienne vallée glaciaire comprise entre l'Arly et le lac d'Annecy.

Doubs. — Le 19 novembre, vers $17^h 55^m$, un tremblement dont l'épicentre était situé en Suisse, dans la région de Valleyres-sous-Rances et de Vallorbe, s'est propagé jusqu'à la frontière française; la région affectée est d'ailleurs très restreinte, l'intensité a atteint le degré V. Ce mouvement est le précurseur d'un autre beaucoup plus violent qui se produisit dans la même région en janvier 1925.

La séance est levée à $15^h 25^m$.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AOUT 1925.

PRÉSIDENCE DE M. JOSEPH BOUSSINESQ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** annonce le décès de M. **JEAN MASSART**, Correspondant de l'Académie pour la Section de Botanique.

M. le **PRÉSIDENT** souhaite la bienvenue à M. **A. TANAKADATE**, Membre de l'Académie impériale des Sciences de Tokio, qui assiste à la séance.

BOTANIQUE. — *Sur une Floridée* (Polysiphonia Doubletii mscr.) *renfermant de l'iode à l'état libre*. Note de M. **C. SAUVAGEAU**.

J'ai signalé([1]) la récente apparition sur nos côtes d'une Algue floridée australasienne (*Asparagopsis armata* Harv.) où des organes intracellulaires, que j'ai nommés *ioduques*, renferment de l'iode à l'état libre. Or un *Polysiphonia* tétrasiphonié, ni cortiqué, ni pilifère, et pareillement d'origine étrangère, s'est beaucoup répandu à Guéthary (Basses-Pyrénées) depuis plusieurs années ; il constitue sur diverses Algues de mi-marée et de basse mer, et de préférence sur l'*Halopteris scoparia*, des touffes denses arrondies, longues de 1^{cm} à 2^{cm}, composées de filaments ramifiés en fausse dichotomie, larges de 35^{μ} à 40^{μ}, dont les articles mesurent 50^{μ} à 65^{μ}. J'en avais jusqu'à présent négligé l'étude, quand leur couleur d'un beau rose, comparable à celle de l'*Asparagopsis* (tout au moins quand les touffes sont jeunes et abritées contre une lumière trop vive), m'a fait penser à y rechercher des

([1]) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1887.

ioduques. Les individus étudiés dans cette Note ont été récoltés les 5 et 6 août 1925; leur état stérile rend leur détermination difficile. Ce ne peut être le *P. macrocarpa* Harv. (*P. pulvinata* Harv.) qui croît sur les rochers de l'Atlantique, dont les filaments, souvent plus larges, sont segmentés en articles de hauteur plus variable, ni le méditerranéen *P. sertularioides* J. Ag. autrement ramifié, et je ne vois aucune description d'espèce extra-européenne qui s'y applique sûrement.

Ce *Polysiphonia* existe aussi à Cherbourg (Manche), où Mlle Doublet le récolte depuis quelques années, souvent mélangé au *Trailliella intricata* Batt. de naturalisation un peu plus ancienne; on le trouvera donc certainement sur d'autres points de nos côtes, mais on ne saura probablement jamais d'où il est venu. Dans l'impossibilité de le rapporter à une espèce décrite, je le nomme *P. Doubletii*, pour rendre hommage à une algologue dont la collaboration m'a été souvent précieuse.

Son principal intérêt vient de l'iode libre qu'il renferme. Froissé dans un linge de coton, il le bleuit fortement. Chacune des quatre cellules péricentrales possède, à mi-hauteur et appuyé contre la cellule centrale, un ioduque identique à ceux de l'*Asp. armata*, de $8^{\mu},5$ à 11^{μ} de diamètre; la sphère brune iodifère incluse, qui remplit presque entièrement la vacuole sur la plupart des cellules adultes, laisse un espace libre sur les cellules plus jeunes; un tractus protoplasmique le rattache au noyau, notablement plus petit, logé vers le même niveau dans le protoplasme périphérique. Les ioduques apparaissent tout près du sommet d'accroissement, et parfois même dans la première cellule séparée par une cloison longitudinale. Seule, la cellule occupant le point de bifurcation des rameaux en est dépourvue.

J'ai utilisé les réactions qui m'ont réussi avec l'*Asparagopsis;* toutefois, l'eau distillée n'agit que lentement sur le *P. Doubletii* et modifie le contenu cellulaire après une demi-heure seulement; aussi, le filtrat d'empois d'amidon ne montre-t-il le précipité bleu, autour des cellules dont il a fait éclater l'ioduque, qu'après une heure d'action; mais, si l'on écrase la préparation, le précipité bleu apparaît immédiatement. L'expérience suivante montre bien que l'iode existe à l'état libre : A une préparation faite dans une goutte d'eau de mer ou d'eau distillée, on mêle un peu de l'empois resté sur le filtre, et un choc brusque sur la lamelle bleuit instantanément les grains d'amidon voisins des filaments écrasés. Si, dans une préparation semblablement disposée, on fait passer sous la lamelle de l'eau de mer, où la proportion de sel marin est doublée, une plasmolyse rapide détruit les ioduques et une à deux minutes suffisent pour colorer les grains d'amidon.

Le bleu de crésyl, dissous dans l'eau de mer ou dans l'eau distillée, provoque rapidement l'apparition, dans le suc cellulaire de chaque cellule péricentrale, d'un ou deux bouquets de cristaux rouges, moins longs et moins élégants que chez l'*Asparagopsis* qui, après quelques minutes, disparaissent ou verdissent (ils bleuissaient chez l'*Asparagopsis*, comme d'ailleurs lorsqu'une parcelle d'iode est mise dans une solution de bleu de crésyl) et, à ce moment, le contenu de l'ioduque fuse en masse verte dilatée.

Des traces d'iode dissous, non décelées par l'empois, existent donc dans le suc cellulaire, et de l'iode libre s'accumule dans l'ioduque. L'instantanéité des réactions exclut la supposition d'un composé iodé facilement décomposable par une action diastasique ou autre.

Mes collègues MM. Denigès et Chelle, devant qui j'ai répété ces diverses réactions, ont confirmé mon interprétation de la manière suivante. Une touffe fraîche de *P. Doubletii*, rapidement lavée et essorée, ne rosit le chloroforme que si on l'écrase; cette coloration provient bien de l'iode, car elle persiste si l'on ajoute de l'eau; elle disparaît par l'addition d'une goutte d'une solution très diluée de bisulfite de soude, l'iode libre passant alors à l'état ionisé; par l'addition de nitrite de soude, puis d'acide sulfurique dilué, l'iode redevient libre et colore de nouveau le chloroforme en rose.

ÉLECTIONS.

Par l'unanimité des suffrages, MM. **H. Deslandres** et **H. Le Chatelier** sont réélus membres du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique*.

CORRESPONDANCE.

HYDRODYNAMIQUE. — *La similitude étendue aux grandes vitesses.* Note de M. **L. Escande**.

Cette Note concerne la continuation des recherches sur la similitude des fluides visqueux ([1]), entreprises sous la direction de M. Camichel.

I. *Lois de similitude.* — Pour réaliser la similitude de l'écoulement de deux fluides visqueux, dans deux systèmes en charge semblables dans un

([1]) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1326 et 1557.

rapport λ, il faut satisfaire à certaines conditions, que l'on dégage aisément des équations de Navier, par des considérations d'homogénéité.

Soient α le rapport des pressions en deux points homologues, m celui des densités des deux liquides, K celui de leurs coefficients cinématiques de viscosité, on doit avoir

$$\alpha = m K^2 \lambda^{-2}.$$

Le rapport des vitesses est : $\frac{V_2}{V_1} = K\lambda^{-1}$.

Celui des débits est par suite : $\frac{Q_2}{Q_1} = K\lambda$.

Quand le même liquide s'écoule dans les deux modèles, on a

$$K = m = 1$$

et, par suite, si l'on prend des pressions dans un rapport $\alpha = \lambda^{-2}$, on doit recueillir des débits dans un rapport $\frac{Q_2}{Q_1} = \lambda$.

II. *Premières vérifications expérimentales.* — Nous avons vérifié ce dernier point, en étudiant l'écoulement de l'eau dans des tubes lisses.

Soient D le diamètre, L la longueur de chaque tube, H la charge sur l'axe à l'extrémité amont, l'aval débitant à gueule bée, V la vitesse moyenne.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Première expérience (tubes en laiton) : $\lambda = 5,09$, $\lambda^2 = 25,9$.
Premier modèle :

$D_1 = 5^{mm},9$, $L_1 = 37^{cm},1$, $H_1 = 26^{m},60$, $Q_1 = 0,397$ l/s, $V_1 = 14,55$ m/s.

Deuxième modèle :

$D_2 = 30^{mm}$, $L_2 = 189^{cm}$, $H_2 = 1^{m},03$, $Q_2 = 2,01$ l/s, $V_2 = 2,85$ m/s.

On a $\frac{Q_2}{Q_1} = 5,08$, alors que $\lambda = 5,09$.

Deuxième expérience (tubes en verre) : $\lambda = 20,2$, $\lambda^2 = 409$.
Premier modèle :

$D_1 = 1^{mm}$, $L_1 = 4^{cm},36$, $H_1 = 26^{m},6$, $Q_1 = 0,01037$ l/s, $V_1 = 13,2$ m/s.

Deuxième modèle :

$D_2 = 20^{mm},2$. $L_2 = 88^{cm}$, $H_2 = 0^{m},065$, $Q_2 = 0,218$ l/s, $V_2 = 0,682$ m/s.

On a $\frac{Q_2}{Q_1} = 21$, alors que $\lambda = 20,2$.

Extension aux grandes vitesses. — Nous avons étendu notre vérification

à des vitesses de plus de 100^m par seconde, tout en augmentant le rapport de similitude; nous avons utilisé, dans ce but, un accumulateur hydraulique, donnant une pression de 150^{kg} par centimètre carré.

Premier modèle :

$D_1 = 1^{mm},94$, $L_1 = 12^{cm},1$, $H_1 = 1500^m$, $Q_1 = 0,323$ l/s, $V_1 = 109,4$ m/s.

Deuxième modèle :

$D_2 = 16^{mm},0$, $L_2 = 99^{cm},6$, $H_2 = 22^m,1$, $Q_2 = 2,64$ l/s, $V_2 = 13,15$ m/s.

Troisième modèle :

$D_3 = 79^{mm},5$, $L_3 = 496^{cm}$, $H_3 = 0^m,89$, $Q_3 = 12,7$ l/s, $V_3 = 2,57$ m/s.

On a, pour le deuxième modèle, $\frac{Q_2}{Q_1} = 8,16$, alors que $\lambda_2 = 8,24$, et, pour le troisième, $\frac{Q_3}{Q_1} = 39,4$, alors que $\lambda_3 = 41$. La concordance se maintient donc, bien que le rapport des pressions utilisées dans les modèles extrêmes atteigne 1680.

IV. *Les équations de Navier aux grandes vitesses.* — Dans l'un des modèles étudiés, la vitesse moyenne était de $109^m,4$ par seconde. Le fait que la loi de similitude s'est maintenue conduit à penser que les équations de Navier continuent à s'appliquer pour ces vitesses : le terme $\frac{\mu}{\rho}\Delta u$ rend bien compte des phénomènes de viscosité, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir les termes du second ordre. Déjà, d'ailleurs, en 1918, M. Camichel, en étudiant les pertes de charge aux grandes vitesses, avait montré que l'exposant de la vitesse demeurait le même dans la formule donnant la perte de charge, pour des vitesses variant de 3^m à 80^m par seconde ([1]).

V. *Conduite type pour l'étude des pertes de charge.* — Les expériences précédentes montrent que les pertes de charge par unité de longueur suivent les lois de la similitude; ces pertes de charge ont comme rapport :

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{\alpha}{\lambda} = \lambda^{-3} \quad \text{pour un même liquide,}$$

$$\frac{J_2}{J_1} = m k^2 \lambda^{-3} \quad \text{pour deux liquides différents.}$$

On pourrait donc étudier complètement une conduite lisse type, très soigneusement calibrée, ne comportant aucun défaut, ni aucun joint faisant saillie, et en déduire les pertes de charge pour une conduite lisse quelconque.

([1]) *Comptes rendus*, 167, 1918, p. 525.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Calcul du pouvoir rotatoire d'une molécule tétraédrique.* Note [1] de M. **R. de Mallemann**, transmise par M. A. Cotton.

Nous avons indiqué dans une Note précédente comment la considération du champ *intramoléculaire* suffisait au calcul numérique de l'activité optique d'une molécule asymétrique quelconque. Nous avions dû néanmoins introduire une restriction au sujet de l'*isotropie atomique*. Cette restriction n'est pas nécessaire; dans nos premiers calculs nous avions arrêté les développements aux termes du *second ordre*, qui s'annulent identiquement pour un groupement d'atomes isotropes. Une analyse plus avancée nous a montré qu'il n'en était plus de même pour les termes du *troisième ordre*. Autrement dit, *l'existence du pouvoir rotatoire, dans une molécule asymétrique, n'est pas incompatible avec l'isotropie optique des atomes :* Cette conclusion permet de supprimer toute hypothèse relative à la nature de la biréfringence atomique; le pouvoir rotatoire est ainsi complètement calculable au même titre que la biréfringence [2].

Il est facile de comprendre la raison de ce résultat : Les termes du second ordre dépendent comme nous l'avons dit des produits des réfractivités atomiques, *prises* 3 *à* 3. Chacun de ces termes exprime ainsi l'effet propre d'un *plan*, et l'ensemble de ces termes équivaut à considérer successivement l'effet de tous ces plans, *indépendamment* les uns des autres. Au contraire, les termes du troisième ordre dépendent des produits de réfractivités *prises* 4 *à* 4, et la symétrie du plan disparaît dans l'expression correspondante [3].

Nous donnerons aujourd'hui un exemple simple de calcul; les expressions obtenues pour le tétraèdre irrégulier quelconque étant compliquées d'écriture, nous nous limiterons ici à un modèle particulier, qui conduit à des formules réduites, celui du *trétraèdre trirectangle*. Nous désignons par A_1,

---

(1) Séance du 17 août 1925.

(2) C'est un progrès certain, d'après les résultats de Bragg sur la biréfringence cristalline et de Ramanathan sur la diffusion de la lumière; ceux-ci montrent en effet que la biréfringence atomique est négligeable en première approximation, par rapport aux effets dont résulte la biréfringence moléculaire.

(3) L'expression générale de ces termes est de la forme $\Sigma A_s A_t A_u A_v \alpha_{pp'} \beta_{qq'} \gamma_{rr'}$, la somme devant être étendue à toutes permutations d'indices, pour les valeurs 1 à 4. Le développement de ces termes du troisième ordre est laborieux; la remarque précédente permet de simplifier l'opération. Il est en effet inutile de conserver les combinaisons dans lesquelles figurent les *carrés* de réfractivités.

A_2, A_3, A_4 les réfractivités *réduites* [1] des quatre atomes, par a, b, c les trois arêtes du trièdre trirectangle, par p, q, r les trois autres arêtes.

L'expression du pouvoir rotatoire d'un *fluide* dont les molécules auraient cette forme particulière, est alors la suivante :

$$(1) \qquad [\rho] = \pm \frac{4\pi^3}{27\lambda^2}\frac{\nu}{M}(n^2+2)^2 A_1 A_2 A_3 A_4\, abc$$
$$\times \left[3\left\{ \frac{1}{a^3 q^5}\left(\frac{1}{b^3}-\frac{1}{c^3}\right) + \frac{1}{b^3 p^5}\left(\frac{1}{c^3}-\frac{1}{a^3}\right) + \frac{1}{c^3 r^5}\left(\frac{1}{a^3}-\frac{1}{b^3}\right) \right\} \right.$$
$$+ 2\left\{ \frac{c^2-b^2}{p^5 r^5} + \frac{a^2-c^2}{r^5 q^5} + \frac{b^2-a^2}{q^5 p^5} \right\}$$
$$\left. + \frac{1}{a^3 q^3}\left(\frac{1}{p^5}-\frac{1}{r^5}\right) + \frac{1}{b^3 p^3}\left(\frac{1}{r^5}-\frac{1}{q^5}\right) + \frac{1}{c^3 r^3}\left(\frac{1}{q^5}-\frac{1}{p^5}\right) \right].$$

Cette relation satisfait bien à la condition de s'annuler quand deux quelconques des six arêtes deviennent égales.

La forme de l'expression étant la même pour un tétraèdre quelconque, nous pouvons faire les remarques suivantes :

1° Le pouvoir rotatoire est indépendant de la position particulière des quatre atomes aux sommets d'un tétraèdre *donné*. Il dépend uniquement, à ce point de vue, de la forme *géométrique* du tétraèdre. Bien entendu, cette forme doit être subordonnée à la nature des atomes, mais la méthode que nous utilisons, — et c'est un de ses principaux avantages, — est indépendante de la connaissance de ces forces de structure dont l'analyse paraît actuellement inabordable.

2° Le pouvoir rotatoire est proportionnel au produit des réfractivités des *quatre* atomes, ce qui interprète l'influence observée des atomes lourds et des électrons particulièrement mobiles (doubles liaisons).

3° Le pouvoir rotatoire varie, toutes choses égales, en raison inverse de la *huitième* puissance des distances des atomes. Il est donc permis de traiter une molécule complexe en se limitant à peu près exclusivement au *groupe asymétrique;* celui-ci jouerait un rôle quasi indépendant par rapport au reste de la molécule, ce qui paraît conforme aux faits expérimentaux.

Enfin le pouvoir rotatoire doit être extraordinairement sensible aux petites déformations moléculaires. Ce serait un réactif très délicat des changements de structure, et il n'y a pas lieu de s'étonner si les variations expérimentales semblent échapper à toute loi simple.

Résultats numériques. — Il est clair qu'une comparaison avec l'expé-

---

(1) Nous appelons réfractivités réduites les quantités $A = \frac{Ma}{d}\,\frac{n^2-1}{4\pi\nu}$, n étant l'indice du gaz et ν la constante d'Avogadro.

rience n'est actuellement réalisable qu'en gros, car nous ne connaissons pas *a priori* la forme exacte du tétraèdre [1].

Nous pouvons néanmoins faire une hypothèse simple, permettant un calcul numérique : elle consiste à prendre pour longueur des arêtes la *somme des rayons atomiques*, donnés par les Tables de Bragg. Considérons, par exemple, le *chlorobromoiodométhane*, qui constitue le carbone asymétrique type. En supposant que les molécules de ce corps ont la forme d'un tétraèdre trirectangle, la formule (1) donne, tous calculs faits, un pouvoir rotatoire spécifique de 3°,2 par décimètre ($\lambda = 0^{\mu},6$). *L'ordre de grandeur est normal* [2]. La valeur est assez faible, mais on remarquera que la localisation des électrons « efficaces » aux centres des atomes n'est plus admissible dans le cas de l'activité optique. Il serait plus logique de considérer le tétraèdre figuré par les électrons de valence, ceux-ci étant placés aux points de contact avec l'atome de C, dans l'assemblage *le plus compact* des sphères atomiques. Ce dernier modèle paraît en effet plus probable que celui adopté ici par raison de simplicité. La disposition plus serrée entraînerait, toutes choses égales, un pouvoir rotatoire plus grand; son calcul nécessiterait l'emploi des expressions valables pour le tétraèdre général, que nous ne pouvons transcrire ici.

LITHOLOGIE. — *Quelques considérations sur les limons inférieurs (lœss anciens) des environs de Paris*. Note de M. Agafonoff et de Mlle Malichef.

Les limons désignés sous le nom de lœss anciens ne présentent pas l'homogénéité chimique, mécanique et structurale qu'on observe dans les le lœss récents qui permet de les identifier quelle que soit leur provenance [3]. Il en est autrement pour les lœss anciens. Par exemple dans le sud-ouest de la Russie, en Serbie et en Roumanie la partie essentielle de ce complexe présente plusieurs couches de lœss typique séparées entre elles par des sols enterrés (anciennes terres végétales) [4] qui se laissent suivre

(1) Nous pensons même que, pratiquement, le problème doit se présenter dans l'ordre inverse; la valeur du pouvoir rotatoire, complétée par celle de la biréfringence et d'autres grandeurs spécifiques, permettrait de remonter à la forme du tétraèdre.

(2) C'est par exemple à peu près celui du bromure d'amyle.

(3) V. Agafonoff, *Sur quelques propriétés des lœss* (*Comptes rendus*, 178, 1924, p. 103).

(4) V. Laskarev, *Revue des terrains quaternaires de la Nouvelle Russie* (*Mém. Soc. d'Agriculture de Russie Mérid.*, 88-89, 1919, p. 1-47).

sur de grandes distances. Les lœss anciens de la vallée du Rhin, quoique contenant des couches de lœss typique ne contiennent point de sols enterrés aussi bien développés et la plupart de leurs couches présentent des roches argilo-sableuses portant des traces de l'action de l'eau. Quant aux limons inférieurs de France (assise moyenne de Ladrière) [1], certains auteurs les comparent aux lœss anciens de la vallée du Rhin, bien qu'ils n'indiquent pas la présence dans ces couches du lœss typique.

Dans nos recherches sur le plateau de Villejuif nous n'avons rencontré les limons inférieurs que sur une partie de la haute terrasse de la Seine où ils sont toujours ravinés par le cailloutis de la base de l'ergeron. Ce complexe est bien visible dans la carrière Bouchon-Grelet (A. Laville), dans les carrières environnantes et près de Villeneuve-le-Roi. Dans aucune des coupes étudiées, nous n'avons retrouvé le *limon gris cendré*, terme supérieur de l'assise moyenne. Le terme inférieur suivant, le *fendillé*, qui souvent fait défaut, est un limon argilo-sableux, brun rougeâtre, se divisant en parallélépipèdes irréguliers. Ce limon est plus grossier que l'ergeron (93-95 pour 100 de sable fin, poussière et vase), généralement complètement décalcifié, parfois faiblement calcareux (0,08-0,41 pour 100 CO^2); on y trouve quelques niveaux de cailloutis. Parfois ce fendillé est remplacé par un ensemble de limons sableux plus jaunes par endroit, stratifiés, enrichis en carbonates (2,4 pour 100 CO^2) et contenant un niveau de concrétions calcaires plates (23,1 pour 100 CO^2). Le fendillé est quelquefois séparé du *limon doux à points noirs* sous-jacent par un lit de gravier. Le limon à points noirs peut atteindre une épaisseur de $4^m,50$. Il est faiblement poreux, jaune brunâtre, plus fin que le fendillé (96-97 pour 100 de sable fin, poussière et vase). Les points noirs, particules et veinules (traces de racines) qui le caractérisent sont essentiellement formés par des oxydes de fer et de manganèse et contiennent parfois un peu de matière charbonneuse. Sableux à sa base (85,3-95 pour 100 de sable fin, poussière et vase), il est tantôt complètement décalcifié, tantôt légèrement calcareux (1,7-2,3 pour 100 CO^2); on y trouve de grandes (10-12^{cm} de diamètre) concrétions calcaires riches en carbonates (28,6-49,3 pour 100 CO^2).

Le limon à points noirs passe en général insensiblement au *limon panaché* avec petits lits de sables et d'argile; il est riche en manganèse et en fer (taches, petites concrétions et tubes noirs [anciennes racines], semblables par leur forme aux tubes calcaires du lœss).

Le panaché passe graduellement au gravier moyen — sable argileux

(1) J. Ladrière, *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, **18**, 1890, p. 93 et suiv.

jaune rougeâtre à silex roulés qui repose sur les sables gris et cailloutis fluviatils (assise inférieure de Ladrière).

Comme conclusion, les limons inférieurs (lœss anciens) des environs de Paris sont beaucoup moins développés, moins calcareux, beaucoup plus hétérogènes, plus grossiers que les limons récents (ergeron et terre à brique); les grains de leur sable, grossier et moyen, sont toujours roulés; ils sont dépourvus de Mollusques. Toutes ces particularités montrent le rôle important joué par le ruissellement et l'eau d'infiltration dans la formation de ces limons. Quant au panaché on est porté à penser que c'est un dépôt d'eau douce à faible courant et que les tubes mangano-ferrugineux ont été formés par la putréfaction de racines de plantes aquatiques.

Ni par sa composition physique, ni par la distribution des carbonates dans leur masse ces limons inférieurs ne sont comparables au lœss typique ni même à un lœss typique altéré; on peut plutôt les comparer à la partie inférieure du lœss ancien de la vallée du Rhin (Sand-lœss), toujours beaucoup plus sableux que les couches supérieures et portant, lui aussi, les marques indiscutables de l'action de l'eau. Les couches supérieures du lœss ancien des environs de Paris ont sans doute été enlevées par le ruissellement intense qui a précédé le dépôt de l'ergeron.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesure de l'altitude de la couche d'ozone dans l'atmosphère*. Note (1) de MM. **J. Cabannes** et **J. Dufay**, transmise par M. A. Cotton.

La masse d'ozone qu'ont traversée des rayons verticaux arrivant au sol équivaut à une couche de gaz pur qui aurait une épaisseur moyenne de $0^{cm},3$ sous la pression normale. Or, si cette masse était uniformément répartie dans l'atmosphère, on trouverait dans les régions accessibles à l'homme une quantité d'ozone dix fois supérieure à celle qu'indiquent les dosages chimiques. Quelle est donc l'altitude de la couche d'ozone? MM. Fabry et Buisson ont posé le problème (2); nous avons cherché à le résoudre.

Si l'on suppose la couche d'ozone concentrique à la Terre et comprise

(1) Séance du 17 août 1925.

(2) Fabry et Buisson, *J. de Phys.*, **6**, 1918, p. 26. L'existence d'une couche absorbante *au delà de* 22^{km} résulte aussi des mesures du rayonnement solaire à diverses altitudes par Abbot (*Ann. astroph. Obs. Wash.*, 4, 1921, p. 365). Cette couche absorbante réduit la constante solaire de 1,93 à $1^{cal},85$. Nous pensons qu'elle n'est autre que la couche d'ozone. En effet, en supprimant dans le spectre du corps noir à 6000° toutes les radiations de longueur d'onde inférieure à 3000 Å, l'ozone absorbe environ 0,04 de ce rayonnement.

entre deux sphères de rayons peu différents $R + h$ et $R + h + \varepsilon$, les rayons solaires traversent une épaisseur d'ozone calculable par les formules

$$(1) \qquad x = \varepsilon \operatorname{séc} \alpha, \qquad \text{avec} \qquad \sin\alpha = \frac{R}{R+h}\sin z,$$

où R représente le rayon terrestre et z la distance zénithale du Soleil. La loi simple $x = \varepsilon \operatorname{séc} z$ ne suffit plus dès que z approche de 70° et la mesure du rapport $\frac{x}{\varepsilon}$ donne l'altitude h. Or on peut obtenir $\frac{x}{\varepsilon}$ en faisant l'étude photométrique des bandes de Huggins ([1]) dans le spectre d'absorption de l'ozone atmosphérique.

Nous avons admis *a priori* que la couche d'ozone est assez élevée pour que le rayonnement solaire soit *d'abord* filtré par l'ozone, *puis* diffusé par les couches inférieures de l'atmosphère ([2]), ce qui nous a permis de substituer à la photographie directe du spectre solaire l'étude beaucoup plus facile du ciel au zénith fonctionnant uniquement comme un diffuseur commode ([3]).

La mesure exige trois poses de même durée, l'une au milieu du jour ($z_1 < 45°$), les deux autres à la fin de la journée (z_2 voisin de 80° et z_3 de 90°). Soient e l'éclat du ciel et k le coefficient d'absorption de l'ozone pour une même radiation; on a $e = a.10^{-kx}$ et, si l'on compare le dernier spectre au premier,

$$(2) \qquad k(x_3 - x_1) = \log\frac{a_3}{a_1} - \log\frac{e_3}{e_1}.$$

Pour chaque distance zénithale z_n, $\log\frac{a_n}{a_1}$ est une fonction lentement variable de la longueur d'onde ([4]). On peut la supposer constante dans un petit intervalle $(d\lambda < 20\,\text{Å})$ et écrire

$$(3) \qquad (k - k')(x_3 - x_1) = \log\frac{e'_3}{e'_1} - \log\frac{e_3}{e_1},$$

k et k' désignant les coefficients d'absorption pour deux radiations choisies dans l'intervalle considéré et auxquelles se rapportent les éclats e, e'.

([1]) FOWLER et STRUTT, *Proc. Roy. Soc.*, **48**, 1917, p. 577.

([2]) Nous négligeons l'absorption de la lumière par la faible quantité d'ozone qui se trouve dans les couches basses de l'atmosphère. Voir J. DUFAY, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1291, note ([1]).

([3]) Pour observer directement le Soleil jusqu'à l'horizon, il faudrait s'installer en montagne. D'ailleurs au coucher du Soleil les radiations utiles sont en proportion beaucoup plus grande dans le spectre du ciel bleu que dans le spectre solaire et l'on est beaucoup moins gêné par les radiations parasites.

([4]) Cette fonction a été étudiée théoriquement par Vessot King (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, **212**, 1912, p. 375), dans les limites d'exactitude de la loi en séc z. D'autre part nous avons construit nous-mêmes expérimentalement les courbes $\log\frac{a_n}{a_1}$ pour les différentes hauteurs du Soleil dans la région du spectre où n'intervient pas l'ozone.

L'étalonnage du cliché fournit chacun des termes du second membre (¹); on mesure de même $(k-k')(x_2-x_1)$ et, connaissant le rapport $\frac{x_3-x_1}{x_2-x_1}$, on a l'altitude cherchée.

Il n'est pas nécessaire de connaître séparément l'épaisseur ni les coefficients d'absorption de l'ozone, mais seulement les variations de densité optique de la couche absorbante lorsque le Soleil s'abaisse sur l'horizon.

La région du spectre qui convient le mieux aux mesures s'étend de 3160 à 3300 Å et comprend 5 bandes de Huggins. La variation de densité optique $k(x_3-x_1)$ augmente en moyenne de 0,170 dans un intervalle de 15 Å chaque fois qu'on pénètre dans une bande d'absorption et peut être mesurée à 5 unités près du troisième ordre décimal. Dans cette région notre spectroscope avait une dispersion de 20 Å par milimètre.

Nous avons obtenu pour l'altitude des valeurs voisines de 50^{km} (par exemple : 48^{km}, le 10 mars; 53, le 4 juin ; 48, le 8 juin).

Au cours de cette étude, nous avons mis en évidence de nouvelles bandes telluriques de longueurs d'onde 3445, 3482, 3513, 3535 (faible), 3556 (faible), 3580 et 3608 Å. Elles sont produites par une couche élevée et appartiennent sans doute au spectre de l'ozone.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L'élimination de l'acide benzoïque et des benzoates dans l'économie.* Note de MM. **Bordas**, **François-Dainville** et **Roussel**, présentée par M. A. d'Arsonval.

L'acide benzoïque et certains de ses sels ont été préconisés depuis quelques années pour la conservation des denrées alimentaires. Ce conservateur possède des propriétés antiseptiques réelles, les travaux publiés par Bucholtz, Okolow, Klebs, Miquel sont unanimes à en reconnaître la valeur microbicide.

Le benzoate de soude n'a presque aucun goût, il est sans odeur, on peut donc en introduire des doses assez élevées dans les aliments sans en modifier sensiblement les caractères organoleptiques.

Nous rappellerons que le benzoate de soude est très employé dans les

(¹) Contre la fente du spectroscope nous avons placé un échelon de lames absorbantes dont la densité, peu variable avec la longueur d'onde, a été mesurée sur place pour toutes les radiations utiles. Chacune des trois poses donne ainsi quatre spectres qui permettent l'étalonnage du cliché. On fait en outre varier d'une pose à l'autre l'ouverture d'un diaphragme placé contre le prisme, de manière à produire trois images de densités comparables.

affections aiguës et chroniques de la gorge et des voies respiratoires (Schneller, Lépine, Dujardin-Beaumetz), on le préconise aussi comme antiseptique de l'appareil génito-urinaire et comme cholagogue dans la lithiase biliaire.

C'est donc un médicament très précieux qui figure d'ailleurs au Codex.

Les effets physiologiques des benzoates alcalins ont été très étudiés et si certains auteurs comme Weiske, Wogl, Von Jaksch ne leur reconnaissent pas d'effets toxiques, d'autres au contraire considèrent que l'ingestion de benzoate de soude, par exemple, provoque chez certains individus des nausées, des vomissements (Meissner et Shepard) et à doses plus fortes les benzoates provoquent un arrêt total des phénomènes digestifs (Okolow).

Wiley est d'avis d'en interdire l'usage pour la conservation des aliments.

Les travaux de Russel H. Chittenden, de John H. Long et de Christian A. Herter, relatifs aux effets produits sur l'organisme humain par l'ingestion de doses faibles et massives de benzoate de soude, ne paraissent pas être défavorables à l'emploi des benzoates alcalins comme conservateurs. Nous devons ajouter que ces conclusions ne sont pas admises par tous les hygiénistes. Les expériences des auteurs américains ne sont pas à l'abri des critiques, ayant fait absorber des doses variables de benzoate de soude à des jeunes étudiants de 20 à 27 ans (un seul était âgé de 45 ans).

Les travaux de Brouardel, Germain Sée sur l'acide salicylique et le salicylate de soude ont démontré que l'élimination par les reins est loin d'être aussi rapide et aussi complète chez tous les sujets et qu'il peut y avoir, suivant l'âge ou suivant certains états morbides, accumulation dans l'économie (Dr Mary Durand).

Il importait de vérifier d'abord si le benzoate de soude, dont le processus d'élimination offre, comme on le sait, certaines analogies avec le salicylate de soude (Bertagnini), n'occasionnerait pas des troubles du même ordre dans le métabolisme général de l'élimination par les voies rénales.

Nous avons fait ingérer à des sujets âgés : 10 de 60 à 68 ans ; 4 de 52 à 58 ans ; 1 de 49 ans ; 1 de 35 ans et 2 de moins de 25 ans, une dose de 2g de benzoate de soude en une seule fois. Les urines ont été recueillies et analysées. Nous avons constaté la présence de l'acide hippurique et de l'acide benzoïque chez tous les sujets 3 heures après l'absorption du médicament.

L'élimination s'est produite 1 jour après l'ingestion chez 3 sujets ; 2 jours après l'ingestion chez 13 sujets et 3 jours après l'ingestion chez 2 sujets.

Comme on le voit l'élimination est variable chez les différents individus. Sur les 3 sujets ayant éliminé en un jour s'en trouve 1 âgé de 25 ans. D'une façon générale l'élimination s'est produite 2 jours après l'ingestion.

Nous avons fait une deuxième série d'expériences en faisant ingérer 2g de benzoate de soude pendant 8 jours consécutifs, soit 16g à sept sujets d'âges variés.

Nous avons constaté que l'élimination avait eu lieu ainsi :

a. élimination de l'acide benzoïque 1 jour après l'absorption totale = 0 ; *b.* élimination pendant 2 jours après l'absorption totale = 1 ; *c.* élimination pendant 3 jours après l'absorption totale = 6.

L'accumulation est encore plus manifeste ici puisque le benzoate de soude n'a été totalement éliminé qu'après 3 jours et que ce phénomène a été observé sur six individus sur sept (¹).

L'ingestion de benzoate de soude d'une façon continue, comme il en adviendrait si l'on en généralisait l'emploi à la conservation de toutes les matières alimentaires périssables, serait donc susceptible de provoquer des désordres plus ou moins graves du fait de son accumulation dans l'économie.

Les malades qui sont soumis à l'action du benzoate de soude sont examinés par leur médecin. L'action du médicament est suivie et observée chaque jour; il en est autrement, comme l'a fait remarquer Dubrisay (²), des sujets bien portants ou soi-disant tels qui, sous prétexte de se nourrir, auraient à absorber des antiseptiques salicylés ou benzoatés, c'est-à-dire de véritables médicaments.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur la grasserie du Ver à soie.* Note (³) de M. **Paillot**, présentée par M. Paul Marchal.

Dans notre première Note sur l'étiologie et l'épidémiologie de la grasserie (⁴), nous avions dit que cette maladie était celle qui causait actuellement le plus de dégâts parmi les élevages de Ver à soie. Les ravages causés en 1925 dépassent sensiblement ceux des années précédentes; aussi est-il urgent de prendre des mesures énergiques pour enrayer ce nouveau fléau qui menace très sérieusement l'avenir de la sériciculture.

Une enquête minutieuse dans les régions les plus atteintes nous a permis d'établir que les vers provenant de certains lots de graines avaient généralement plus souffert que ceux d'autre origine; nous avons fait d'autre part de nouvelles observations confirmant celles rapportées en 1924, c'est-à-dire établissant que dans une même chambrée dont les vers avaient plusieurs origines différentes, il existait une différence très nette dans les ravages causés par la grasserie. Ces faits constituent autant de preuves nouvelles en faveur de la thèse de l'hérédité de la grasserie, qui est combattue par C. Acqua (⁵). On peut citer enfin à l'appui de cette thèse le fait d'expé-

(¹) Ces expériences seront publiées en détail dans un autre Recueil.

(²) Rapport du Dr Dubrisay au Conseil supérieur d'Hygiène publique de France au nom d'une Commission composée de Ambaud, Boulay, Brouardel, Gallard, P. Girard, Grimaux, Pasteur, Wurtz.

(³) Séance du 10 août 1925.

(⁴) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 229.

(⁵) *Bull. del R. Stazione Sperimentale di Gelsicoltura e Bachicoltura di Ascoli Piceno*, Anno III, 1924, p. 215.

rience suivant : si l'on place des cocons en chambre chaude (température 30-31°), on constate que la mortalité causée par la grasserie est généralement plus élevée que parmi les cocons de même origine placés à la température ordinaire; l'élévation de la température ambiante pendant le stade chrysalidaire aurait donc pour effet de faire disparaître une grande partie des porteurs de virus.

De nos premières observations à l'ultramicroscope, nous avions conclu que le parasite de la grasserie était vraisemblablement intracellulaire; de nouvelles recherches nous ont permis de fixer les divers stades du cycle évolutif du parasite : celui-ci commence d'abord par se multiplier dans le cytoplasme des cellules réceptives ; en examinant à l'ultramicroscope du sang de Ver à soie, inoculé depuis peu, on distingue très nettement dans le cytoplasme de certaines cellules sanguines des granules en voie de multiplication, identiques à ceux que nous avons observés dans le sang et que nous avons identifiés avec les éléments parasitaires. Souvent on distingue, à la périphérie de la cellule parasitée, de petites vésicules arrondies remplies de granules, animés de mouvements très rapides et très violents; ces vésicules peuvent se détacher de la cellule et rester en suspension dans le sang. Le stade intracytoplasmique est de courte durée; le parasite disparaît bientôt du cytoplasme et pénètre dans le noyau où il se multiplie rapidement, d'abord dans la zone périphérique. Cette zone, qui correspond à celle que nous avons considérée comme étant occupée par de la chromatine diffuse, paraît être liquéfiée; le centre du noyau est occupé par une masse plus ou moins volumineuse correspondant à la masse fortement chromatophile que l'on observe après fixation et coloration des frottis ou des coupes. Dans les noyaux très altérés où l'on ne distingue que des corpuscules polyédriques à l'examen microscopique ordinaire, l'examen ultramicroscopique révèle l'existence d'une masse fluide dans laquelle on observe de très nombreux granules animés de mouvements rapides et d'aspect identique à ceux observés dans le sang et le cytoplasme; les corpuscules polyédriques en suspension dans cette masse se déplacent continuellement sous l'influence du mouvement des granules. Nos observations sembleraient donc confirmer celles de Prowazek relatives à l'existence d'un parasite endonucléaire semblable à ceux observés dans la vaccine, le trachome, l'épithélioma des Oiseaux, etc. Nous n'avons pas réussi, cependant, à mettre en évidence, sur les préparations, le parasite observé à l'ultra microscope, bien que nous ayons employé certaines des méthodes de fixation et coloration préconisées par Prowazek; nous croyons d'ailleurs que les dimensions des éléments parasitaires sont trop faibles pour qu'il soit possible de les mettre en évidence sur coupes ou frottis colorés.

Le sang de Ver à soie, débarrassé de polyèdres par centrifugation, puis desséché sur toile et conservé à l'air libre, est capable d'infester, l'année suivante, de nouveaux vers par inoculation; par contre, les polyèdres lavés perdent tout pouvoir virulent; ce fait d'expérience réduit à néant l'hypothèse de Komarek et Breindl qui considèrent les corpuscules polyédriques comme des cystes remplis de parasites.

Il n'existe pas encore de méthode sûre pour lutter efficacement contre le parasite de la grasserie; mais on peut envisager dès maintenant un certain nombre de mesures pratiques destinées à réduire au minimum les dangers d'infestation.

1° L'élimination complète des imagos porteurs de virus est impossible en l'état actuel de nos connaissances. Le graineur doit s'attacher à ne réserver pour la reproduction que les lots de cocons où la mortalité ne dépasse pas un taux dont la limite reste à déterminer, mais qui ne devrait pas être supérieur à 3 pour 100. L'évaluation du taux de mortalité devrait être faite sur échantillons ayant séjourné 4 à 5 jours en chambre chaude.

2° Une surveillance spéciale doit être exercée sur les élevages dont la récolte est destinée à la reproduction. La grasserie se manifestant dès les premiers âges, l'éducateur s'attachera à rechercher les premiers vers malades, spécialement pendant la période des mues, et les détruira aussitôt.

3° Les magnaneries doivent être bien aérées et peu chauffées; plus la température est élevée, plus l'évolution de la maladie est rapide et plus nombreuses et meurtrières sont les épidémies. A température inférieure à 18°C., les vers infestés vivent très longtemps sans présenter les signes extérieurs de la maladie, alors que, à 28-30°, les symptômes externes apparaissent dès le quatrième ou le cinquième jour.

4° Le délitage à la main, qui a pour inconvénient de blesser un nombre plus ou moins grand de vers et plus spécialement de vers atteints de grasserie, doit être abandonné et remplacé par le délitage au moyen de papiers perforés ou tout autre système analogue.

5° Les vers doivent être tenus aussi espacés que possible sur les claies; en aucun cas, ils ne doivent chevaucher les uns sur les autres.

La séance est levée à 15^h30^m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 AOUT 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En déposant sur le bureau le troisième fascicule de l'*Inventaire des Périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris* (¹), M. **A. Lacroix** s'exprime ainsi :

Le fascicule que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie renferme la fin de l'inventaire que j'ai entrepris sous ses auspices.

Je tiens à rendre hommage à l'activité de nos collaborateurs et particulièrement à M. Léon Bultingaire. Grâce à eux, il a été inventorié dans les bibliothèques de Paris plus de 17000 périodiques scientifiques, morts ou vivants (exactement 16526 titres, avec, en outre, de très nombreux numéros *bis*); ces chiffres sont d'ailleurs de beaucoup inférieurs à la réalité, car fort nombreux sont les périodiques qui, au cours de leur existence, ont changé de nom, mais qui cependant ont été numérotés une seule fois sous leur dénomination primitive.

Je pense pouvoir apporter à l'Académie dans deux ou trois mois un dernier fascicule comprenant des tables géographiques et une table analytique qui faciliteront grandement les recherches pour le cas où le lecteur ne connaît pas le titre exact du périodique qu'il désire.

(¹) *Inventaire des Périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris*, dressé sous la direction de M. A. Lacroix par M. Léon Bultingaire, avec la collaboration des bibliothécaires de Paris et le concours de M. Ad. Richard; fasc. III (Mo à Z). Masson, éditeur; 1925.

OPTIQUE. — *Sur une modification de la méthode photométrique de Lord Rayleigh, qui en rend possible l'emploi dans la photométrie avec une surface diffusante de comparaison.* Note [1] de M. **André Blondel.**

Dans les luxmètres ou photomètres portatifs, on compare généralement l'éclairement d'une surface détaillée par une source à étudier avec une surface diffusante étalon dont l'éclairement est variable. Ces appareils ne permettent pas ordinairement de mesurer les intensités de sources très éloignées. Je me suis proposé de leur appliquer la méthode photométrique de Lord Rayleigh consistant à mesurer la brillance d'un objectif pointé sur la source, tout en conservant l'emploi fort commode de la surface diffusante de comparaison. On peut ainsi éviter les coins absorbants (jamais neutres) que nécessite l'emploi d'une source ponctuelle de comparaison; et l'on conserve l'affaiblissement par diaphragmation, qui permet de réaliser une graduation proportionnelle (à variation linéaire) [2].

Rappelons d'abord qu'en employant comme source lumineuse la surface de l'objectif ayant pour foyers conjugués la source étudiée et l'œil de l'observateur, on augmente la sensibilité dans une forte proportion par rapport à celle que donne l'observation d'un écran diffusant éclairé par la même source.

En effet, si l'on appelle E l'éclairement dudit écran, k son coefficient de réflexion diffuse (albédo), ds un élément de sa surface, φ l'angle d'émission des rayons diffusés vers l'œil, f la distance de ce dernier, R le rayon de la pupille, la pupille reçoit de l'élément ds un éclairement

$$e = \frac{k\text{E}}{\pi}\frac{1}{f^2} \tag{1}$$

et un flux de lumière

$$\text{F} = \pi\text{R}^2 e = k\text{E}\frac{\text{R}^2}{f^2}; \tag{2}$$

tandis que dans la méthode de Rayleigh une même surface élémentaire de

---

(1) Séance du 24 août 1925.

(2) A ces deux points de vue, le dispositif qu'on va décrire diffère complètement de celui de l'excellent photomètre imaginé et décrit dans plusieurs publications, il y a quatre ans, par MM. Fabry et Buisson. Dans les spectrophotomètres construits suivant la méthode de Rayleigh, l'affaiblissement est réalisé autrement, et d'une manière très imparfaite, par variation de largeur des fentes.

l'objectif envoie dans l'œil un flux

$$F' = k' E\,ds \tag{3}$$

en appelant k' le coefficient de la lentille. Ce dernier est voisin de l'unité, tandis que, pour un verre opalin, il varie entre 0,30 et 0,80, et peut même descendre encore plus bas si l'on emploie des verres opalins très épais.

Le coefficient de majoration de l'éclairement apparent observé par la méthode de Rayleigh par rapport à celle du verre diffusant est donc finalement

$$n = \frac{k'}{k}\frac{R^2}{f^2}. \tag{4}$$

Quand on veut employer cette méthode dans mon luxmètre, où la surface de comparaison est un verre opalin éclairé par une source indépendante, on se heurte immédiatement à une difficulté de principe : la brillance apparente de l'objectif ne varie pas avec l'ouverture de cette pupille, parce que la lumière est concentrée au centre de l'ouverture de la pupille placée au foyer et n'occupe qu'une faible partie de la surface de cette pupille; la rétine reçoit donc toujours le flux lumineux entier qui lui est renvoyé. Au contraire, le flux de lumière qui lui provient de la surface de comparaison, variera avec l'ouverture de la pupille, ouverture constamment variable, suivant les conditions de l'éclairage ambiant; on sait que le diaphragme d'ouverture de la pupille peut être de 3^{mm} à 4^{mm} environ par exemple en plein soleil et 8^{mm} dans l'obscurité.

La méthode de Rayleigh est donc inutilisable dans un luxmètre construit à la manière ordinaire. Pour éviter cet inconvénient, j'ai eu recours à l'artifice suivant : placer devant la pupille une pupille artificielle de diamètre fixe, assez faible pour rester inférieure à l'ouverture totale de la pupille, même quand on déplace légèrement l'œil, mais assez grande pour laisser embrasser complètement la tache de diffusion correspondant à l'image focale donnée par la lunette, et d'autre part pour ne pas affaiblir trop la quantité de lumière reçue de la plage de comparaison par la rétine; car tout affaiblissement de ce côté entraîne la nécessité de renforcer l'éclairement de la plage de comparaison, si l'on veut rester dans les limites de bonne sensibilité pour la comparaison photométrique.

Il faut donc dans les formules précédentes remplacer R par le rayon r de la pupille artificielle.

Un diamètre de 4^{mm} paraît convenable, car il ne réduit guère que de moitié l'éclairement apparent correspondant aux conditions moyennes

d'ouverture de la pupille, et il permet un centrage convenable. On ajoute, d'ailleurs, la pupille artificielle pour la méthode de Rayleigh seulement, et l'on peut l'enlever lorsqu'on emploie la méthode ordinaire de comparaison des deux écrans.

L'équation donnant l'égalité des brillances de l'objectif et de l'écran devient, en appelant E et E′ les éclairements différents qu'ils reçoivent,

$$k'E'\frac{r^2}{f^2} = kE = k\frac{I}{x^2}, \tag{5}$$

en appelant I l'intensité de la source, x sa distance.

Grâce à l'emploi de la pupille artificielle, l'appareil s'applique aussi facilement à la mesure des brillances de petites surfaces; la petite surface à étudier est placée au foyer d'un objectif grossissant, et les rayons parallèles renvoyés par ce dernier traversent le prisme et sont reçus par l'objectif de la lunette; le diamètre de l'objectif microphotométrique servant de collimateur est choisi assez grand pour donner une surface de comparaison convenable; la petite surface à étudier doit, d'autre part, être assez grande pour que son image grossie formée sur la pupille artificielle ait un diamètre plus grand que cette dernière.

Ce dispositif microphotométrique se prête à une application intéressante pour la mesure du pouvoir absorbant d'une lunette ou d'un appareil optique quelconque, en réglant l'objectif microphotométrique de façon que son foyer se trouve sur l'anneau oculaire de l'appareil à étudier. Il suffit de faire viser par l'objectif de la lunette étudiée une surface blanche éclairée d'une manière uniforme et constante; on mesure d'abord à l'aide du photomètre la brillance de l'anneau oculaire, puis on enlève la lunette étudiée et l'on mesure directement la brillance de la surface blanche éclairée sans modifier le réglage de l'objectif microphotométrique.

Un oculaire ajouté à l'objectif de visée à faible grossissement, permet d'orienter préalablement le photomètre.

Le rapport des deux lectures donne le coefficient d'absorption de l'appareil optique étudié (¹).

(¹) Cette méthode répond aux desiderata formulés récemment par la Commission de Contrôle de la Construction, de l'Institut d'Optique.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions hypergéométriques confluentes.* Note (¹) de M. **Michel Akimoff**, transmise par M. Appell.

Prenons pour point de départ l'expression de la transcendante de Riemann

$$P\begin{vmatrix} a & b & c & \\ \alpha' & \beta' & \gamma' & x \\ \alpha'' & \beta'' & \gamma'' & \end{vmatrix}, \qquad \alpha'+\alpha''+\beta'+\beta''+\gamma'+\gamma''=1,$$

par l'intégrale

$$\text{const.}\,(a-x)^{\alpha'}(b-x)^{\beta'}(c-x)^{\gamma'}\int_C (1-av)^{\alpha}(1-bv)^{\beta}(1-cv)^{\gamma}(1-xv)^{\delta}\,dv,$$

où

$$\alpha=-\alpha'-\beta''-\gamma'', \quad \beta=-\alpha''-\beta'-\gamma'', \quad \gamma=-\alpha''-\beta''-\gamma', \quad \delta=-\alpha'-\beta'-\gamma'$$

et le chemin d'intégration C est une courbe entourant deux points singuliers de la fonction sous le signe de l'intégrale et fermée sur la surface de Riemann correspondante.

En faisant confluer en un point transcendant successivement deux, trois et tous les quatre points singuliers de la fonction sous le signe de l'intégrale, on obtient les fonctions P confluentes suivantes :

$$(1)\qquad \underset{\lambda=\infty}{P}\begin{vmatrix} 0 & \infty & \lambda & \\ m & \lambda_1 & \lambda_1 & x \\ -m & \lambda_2 & \lambda_2 & \end{vmatrix} = \underset{\lambda=\infty}{P}\begin{vmatrix} 0 & 2\lambda & -2\lambda & \\ m & \lambda_1 & \lambda_1 & x \\ -m & \lambda_2 & \lambda_2 & \end{vmatrix}^{(2)} = \text{const.}\, x^m \int_C e^{ux}(1-u^2)^{m-\frac{1}{2}}\,du,$$

$$(2)\qquad \underset{\mu=\infty}{P}\begin{vmatrix} -\mu & \infty & \mu & \\ \mu_1+m & 2\mu_1 & \mu_1+m & x \\ \mu_2-m & 2\mu_2 & \mu_2-m & \end{vmatrix}^{(3)} = \text{const.}\, e^{-\frac{x^2}{2}}\int_C e^{-u^2+2ux}\,u^{2m-\frac{1}{2}}\,du,$$

$$(3)\qquad \underset{\nu=\infty}{P}\begin{vmatrix} \nu & \rho\nu & \rho^2\nu & \\ \nu_1 & \nu_1 & \nu_1 & x \\ \nu_2 & \nu_2 & \nu_2 & \end{vmatrix}^{(4)} = \text{const.}\int_C e^{-\frac{u^3}{2}+\frac{3}{2}ux}\,du,$$

(¹) Séance du 24 août 1925.

(²) F. Klein, *Vorlesungen über die hypergeometrische Function*, Göttingen, 1894 (réimpression, 1906), p. 158, 281-283. — R. Olbricht, *Studien über die Kugel- und Cylinderfunctionen* (*Nova Acta Academiæ Cæsaræ Leopoldino-Carolinæ,* Halle, 1888, p. 1-48).

(³) M. Akimoff, *Sur les cas limites de la fonction* P *de Riemann* (*Annales de l'Institut des Mines à Saint-Pétersbourg*, 1, 1907, p. 87-91, en russe).

(⁴) M. Akimoff, *loc. cit.*

où

$$2(\lambda_1+\lambda_2)=4(\mu_1+\mu_2)=3(\nu_1+\nu_2)=1, \qquad \rho=e^{\frac{2\pi i}{3}},$$

$$\lim\frac{\lambda_1}{\lambda}=\lim\frac{2\mu_1}{\mu^2}=\lim\frac{(2\nu_1)^2}{\nu^3}=1,$$

le chemin d'intégration C, déterminé précédemment, ayant subi la déformation continue avec le déplacement des points singuliers.

La transformation rationnelle de Riemann donne pour les fonctions (1) et (2) du cylindre circulaire et parabolique ces autres expressions :

$$\underset{\lambda=\infty}{\mathrm{P}}\left|\begin{matrix} 0 & \infty & 4\lambda^2 & \\ \frac{m}{2} & \frac{1}{2} & \lambda_1 & x^2 \\ -\frac{m}{2} & 0 & \lambda_2 & \end{matrix}\right| = \text{const.}\, x^m \int_C e^{u+\frac{x^2}{4u}} u^{-m-1}\,du,$$

$$\underset{\mu=\infty}{\mathrm{P}}\left|\begin{matrix} 0 & \infty & \mu^2 & \\ \frac{1}{2} & \mu_1 & \mu_1+m & x^2 \\ 0 & \mu_2 & \mu_2-m & \end{matrix}\right| = \text{const.}\, x\, e^{-\frac{x^2}{2}} \int_C e^{ux^2} u^{m-\frac{1}{4}} (1-u)^{-m-\frac{1}{4}}\,du.$$

Ces fonctions apparaissent donc comme cas particuliers d'une seule fonction P confluente plus générale (¹)

$$\underset{k=\infty}{\mathrm{P}}\left|\begin{matrix} 0 & \infty & k & \\ m & k_1+p & k_1+n & x \\ -m & k_2+p & k_2-n & \end{matrix}\right|, \quad 2(k_1+k_2+p)=1, \quad \lim\frac{k_1}{k}=\lim\left(-\frac{k_2}{k}\right)=1.$$

Quant à l'intégrale (3), en vertu d'une autre transformation de Riemann, elle s'exprime par la fonction spéciale du cylindre circulaire

$$\underset{\nu=\infty}{\mathrm{P}}\left|\begin{matrix} 0 & \infty & \nu^3 & \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \nu_1 & x^3 \\ 0 & 0 & \nu_2 & \end{matrix}\right| = x^{\frac{1}{2}}\underset{\nu=\infty}{\mathrm{P}}\left|\begin{matrix} 0 & \infty & \nu^3 & \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{2} & \nu'_1 & x^3 \\ -\frac{1}{6} & 0 & \nu'_2 & \end{matrix}\right|, \quad \nu'_1+\nu'_2=\frac{1}{2}, \quad \lim\frac{(2\nu'_1)^2}{\nu^3}=1.$$

Je me borne ici à remarquer que les intégrales plus générales

$$\int_C e^{x_1u+x_2u^2+\ldots+x_nu^n}u^{-m-1}\,du \quad \text{et} \quad \int_C e^{x_1\left(u-\frac{1}{u}\right)+x_2\left(u^2-\frac{1}{u^2}\right)+\ldots+x_n\left(u^n-\frac{1}{u^n}\right)}u^{-m-1}\,du,$$

(¹) F. SCHILLING, *Beiträge zur geometrischen Theorie der Schwarz'schens-Function* (*Mathematische Annalen*, 44, 1894, § 18, p. 227-230). — E.-T. WHITTACKER and G.-N. WATSON, *Modern Analysis*, 1920, p. 337.

qui se rencontrent dans la théorie des fonctions de Fourier-Bessel généralisées, peuvent être considérées comme cas de dégénérescence des intégrales de M. Goursat [1]. Elles rentrent aussi dans la classe des fonctions hypergéométriques à plusieurs variables d'ordre supérieur étudiées pour le cas de deux variables par M. Kampé de Fériet [2].

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la sommation des séries de Fourier des fonctions analytiques.* Note de M. **Nicola Obrechkoff**, présentée par M. Émile Borel.

La série de Fourier d'une fonction holomorphe autour de la ligne $0 \ldots 2\pi$, exception faite des fonctions périodiques avec la période 2π, est ordinairement divergente et non sommable par le procédé de Cesàro pour des valeurs imaginaires de l'argument. Dans cette Note nous démontrons que, dans certaine région, la série est sommable avec le procédé classique de M. Borel; en même temps, les séries de Laurent des branches de certaines fonctions multiformes sont sommables.

Soit $z = x + iy$ et désignons par Γ la région définie ainsi : pour $0 \leqq x \leqq \frac{\pi}{2}$ et pour $3\frac{\pi}{2} \leqq x \leqq 2\pi$, on a

$$|y| \leqq \log \frac{1}{\cos x},$$

et pour $\frac{\pi}{2} < x < 3\frac{\pi}{2}$,

$$|y| \leqq \infty.$$

Soit $f(z)$ une fonction holomorphe dans G ($0 \leqq x \leqq 2\pi$, $\alpha \leqq y \leqq \beta$, où $\alpha \leqq 0$, $0 \leqq \beta$) et continue sur le contour de G. Alors on a le théorème :

I. *La série de Fourier de $f(z)$ est sommable uniformément par le procédé de M. Borel dans la région* D *commune de* G *et* Γ, *et sa somme est égale à $f(z)$.*

Il s'agit de démontrer que l'intégrale $I = \int_0^\infty e^{-a} u(a)\, da$, où

$$u(a) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a^n}{n!} (a_n \cos nz + b_n \sin nz),$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos nt\, dt, \qquad b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \sin nt\, dt,$$

---

(1) *Acta Mathematica*, 2, 1883, p. 40-50.

(2) Voir P. Appell, *Sur les fonctions hypergéométriques de plusieurs variables* (*Mémorial des Sciences mathématiques*, fasc. III, 1925, p. 42).

a du sens et est égale à $f(z)$. On obtient facilement

$$u(a) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f(t)\,[e^{ae^{i(t-z)}} + e^{ae^{-i(t-z)}} - 1]\,dt.$$

Chez a_n et b_n on peut remplacer la ligne $0 \ldots 2\pi$ par les autres côtés du parallélogramme qui passe par $z = \mu + i\nu$, selon le théorème de Cauchy :

$$a_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{\nu i} f(t)\cos nt\,dt + \frac{1}{\pi}\int_{\nu i}^{\nu i+2\pi} f(t)\cos nt\,dt + \frac{1}{\pi}\int_{\nu i+2\pi}^{2\pi} f(t)\cos nt\,dt,$$

et la même chose pour b_n. On aura

$$\mathrm{I} = \int_0^\infty e^{-a}\,da\int_0^{\nu i} f(t)\varphi\,dt + \int_0^\infty e^{-a}\,da\int_{\nu i}^{\nu i+2\pi} f(t)\varphi\,dt + \int_0^\infty e^{-a}\,da\int_{\nu i+2\pi}^{2\pi} f(t)\varphi\,dt = \mathrm{I}_1 + \mathrm{I}_2 + \mathrm{I}_3,$$

où

$$2\pi\varphi = e^{ae^{i(t-z)}} + e^{ae^{-i(t-z)}} - 1.$$

L'intégrale

$$\mathrm{I}_2 = \int_0^\infty e^{-a}da\int_0^{2\pi} f(u+\nu i)\,[e^{ae^{i(u-\mu)}} + e^{ae^{-i(u-\mu)}} - 1]\,du$$

n'est autre chose que la somme de M. Borel pour la fonction $f(u+\nu i)$ et parce que la série de Fourier est convergente pour u réel (la fonction admet des dérivées); donc elle est sommable et a la somme $f(\mu + i\nu) = f(z)$. L'intégrale I_1 est convergente absolument dans D parce que

$$2\pi\,|\varphi f(t)e^{-a}| < \mathrm{M}e^{-a}(1 + e^{ae^{\nu-y}\cos\mu} + e^{ae^{y-\nu}\cos\mu}),$$
$$t = yi, \qquad |f(t)| < \mathrm{M};$$

et $e^{\nu-y}\cos\mu < 1$, $e^{y-\nu}\cos\mu < 1$ dans Γ. La même chose est pour I_3. Donc on peut changer l'ordre d'intégration et on trouve que I_1 et I_3 sont égaux à nul. Avec la transformation $x = e^{iz}$ on obtient immédiatement :

II. *Soit* $f(z)$, $z = \rho e^{i\varphi}$, *une fonction holomorphe dans la couronne entre deux circonférences de rayon* r *et* R $(r < 1 < \mathrm{R})$, *à l'exception de la coupure* $r \ldots \mathrm{R}$ *sur les bords de laquelle elle est supposée continue. Si*

$$a_n = \frac{1}{2\pi i}\int_{|t|=1} \frac{f(t)}{t^{n+1}}\,dt, \qquad b_n = \frac{1}{2\pi i}\int_{|t|=1} f(t)\,t^{n-1}\,dt,$$

la série de Laurent $a_0 + \sum_{n=1}^{\infty}(a_n z^n + b_n z^{-n})$ *est sommable uniformément par la*

méthode de M. Borel dans la région B *définie ainsi* : $R \geqq \rho \geqq \max.(r, \cos\varphi)$ *et* $\rho\cos\varphi \leqq 1$, *et sa somme est égale à* $f(z)$.

En employant les autres méthodes de sommation exponentielle de M. Borel, on peut étendre la région de sommabilité.

ÉLASTICITÉ A DEUX DIMENSIONS. — *Solutions générales.* Note (¹) de M. **Kolossof**, présentée par M. Mesnager.

Je demande la permission de compléter les indications sur les applications de ma méthode indiquées précédemment (²).

Le théorème de M. Michell, démontré par M. Mesnager dans sa Note (³) et la théorie des distorsions de M. V. Volterra (⁴) peuvent être démontrés par ma méthode; elle n'exige pas que les forces, appliquées au contour, s'équilibrent, mais elles s'équilibrent avec les forces appliquées aux points de l'intérieur, concentrées en des points où les tensions augmentent infiniment.

Pour le cas des disques il est mieux d'introduire les coordonnées curvilignes ξ, η au moyen des formules

$$(1) \qquad z = f(\zeta), \qquad \zeta = \xi + i\eta, \qquad \frac{1}{h^2} = f'(\zeta) f_1'(\zeta_1),$$

$$(2) \qquad f'(\zeta) = \frac{1}{h} e^{i\theta} \qquad (\theta \text{ angle de l'axe } ax \text{ avec l'axe } \xi).$$

Par exemple

$$(3) \quad \begin{cases} z = e^{-\zeta i}, \quad \eta = \log r = \text{const. définissent une famille de cercles;} \\ z = a\cos\zeta = a\dfrac{e^{\zeta i} + e^{-\zeta i}}{2}; \quad \eta = \text{const., une famille d'ellipses :} \\ \qquad \dfrac{x^2}{a^2 \operatorname{ch}^2 \eta} + \dfrac{y^2}{a^2 \operatorname{sh}^2 \eta} = 1; \\ z = a\sqrt{1 + 2^{-\zeta i}}; \quad \eta = \text{const., une famille de lemniscates :} \\ \qquad (x^2 + y^2 + a^2)^2 - 4a^2x^2 = a^\gamma e^{2\eta}. \end{cases}$$

Pour les points infiniment éloignés, $\eta = \infty$.

Soient P et Q les efforts normaux sur les éléments perpendiculaires aux axes ξ, η et U les efforts tangentiels; u_ξ, v_η les déplacements suivant les

(¹) Séance du 20 juillet 1925.

(²) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 24.

(³) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 979.

(⁴) *Annales de l'École Normale*, **24**, 1907, p. 417.

axes ξ, η. Nous avons les formules de transformation

$$2U + i(P-Q) = [2T + i(N_1 - N_2)]\, e^{2\theta i}; \quad v_\eta + iu_\xi = (v + iu)\, e^{i\theta} = hf'(\xi)(v + iu)$$

et

$$(1^*) \qquad \frac{2U + i(P-Q)}{h^2} = \left(-\frac{i}{2} f_1(\zeta_1)\, \varphi'(\zeta) + F(\zeta) f'(\zeta)\right) f'(\zeta),$$

où

$$F(\zeta) = F[f(\zeta)], \qquad \varphi(\zeta) = \varphi[f(\zeta)],$$

$$(2^*) \qquad P + Q = N_1 + N_2 = \frac{1}{2}\{\varphi(\xi) + \varphi_1(\xi)\};$$

$$(3^*) \quad \frac{4\mu(v_\eta + iu_\xi)}{h} = -\frac{i}{2} f'(\zeta)\left\{f_1(\zeta_1)\, \varphi(\zeta) + 2i\int F(z)\, dz - \frac{\lambda + 3\mu}{\lambda + \mu}\int \varphi_1(z_1)\, dz_1\right\}.$$

En posant

$$\varphi(\zeta) = -iC\zeta + 2A + \frac{C}{2}, \qquad F(\zeta) f'(\zeta)^2 = Bi \qquad \text{(A, B, C des constantes)},$$

nous aurons

$$P + Q - C\eta + 2A + \frac{C}{2}, \qquad 2U + i(P-Q) = \left(-\frac{C}{2} f_1(\zeta_1) f'(\zeta) + Bi\right) h^2.$$

Pour le cas du cercle

$$f(\zeta) = e^{-\zeta i}, \qquad \eta = \log r, \qquad h = \frac{1}{r}, \qquad f_1(\zeta_1) f'(\zeta) = -ir^2,$$

$$P + Q = C\log r + 2A + \frac{C}{2},$$

$$2U + i(P-Q) = \left(\frac{Ci}{2} r^2 + Bi\right)\frac{1}{r^2} = \left(\frac{C}{2} + \frac{B}{r^2}\right) i;$$

$$U = 0, \qquad P = \frac{C}{2}\log r + A + \frac{C}{2} + \frac{B}{2r^2}, \qquad Q = \frac{C}{2}\log r + A - \frac{B}{2r^2} \quad (^1).$$

Soit $\eta = C$ l'équation d'intrados d'une voûte ou l'équation d'un trou et, pour $\eta = C$, $U = Q = 0$.

Pour satisfaire à cette équation, remarquons que

$$(4^*) \qquad 4(Q + iU) = \frac{f_1(\zeta_1)\, \varphi'(\zeta)}{f'_1(\zeta_1)} + 2i\, F(\zeta)\frac{f'(\zeta)}{f'_1(\zeta_1)} + \varphi(\zeta) + \varphi_1(\zeta_1)$$

et posons

$$(5^*) \quad -2iF(\zeta) f'(\zeta) = f_1(\zeta - 2ci)\, \varphi'(\zeta) + f'_1(\zeta - 2ci)\,[\varphi(\zeta) + \varphi_1(\zeta - 2ci)].$$

---

(1) Ce sont les formules de M. de Belaevsky (*Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 253). Elles sont données par M. Golowine en 1881 (*Annales de l'Institut technologique de Saint-Pétersbourg*, p. 380). Voir encore Belzecki, *Comptes rendus*, **140**, 1905, p. 1016.

En prenant

$$m\varphi(\zeta) = C_1 \sin m\zeta + iC_0 \cos m\zeta,$$

nous aurons une solution analogue à celle de M. de Belaevsky, et en prenant

$$m\varphi(\zeta) = C_1 \cos m\zeta + iC_0 \sin m\zeta,$$

à celle de M. Ribière ([1]). Si nous avons une pièce tendue dans la direction de l'axe Ox avec la force p :

$$N_1 = p, \qquad N_2 = F = 0; \qquad \varphi(z) = p, \qquad F(z) = ip$$

et nous aurons

$$(4) \qquad P + Q = p, \qquad 2U + i(P - Q) = ipe^{2\theta i} = ip\frac{f'(\zeta)}{f'_1(\zeta_1)}.$$

S'il s'agit d'une pièce affaiblie par un trou $\eta = C$, il faut chercher $\varphi(\zeta)$ de manière que, pour les points très éloignés du trou, les valeurs $P + Q$ et $2U + i(P - Q)$ s'approchent infiniment de zéro, si pour $F(\zeta)$ on prend (5*). Il est facile de démontrer que, pour le cercle :

$$\varphi(\zeta) = p - 2pR^2 e^{2\zeta i} = p - 2pe^{2\zeta i + 2c} \quad ([2]);$$

pour l'ellipse :

$$\varphi(\zeta) = pe^{2c} + p(1 - e^{2c})i\cot\zeta \quad ([3])$$

et pour le cas de la lemniscate :

$$\varphi(\zeta) = p - 2pe^{\zeta i}\sqrt{1 + e^{-\zeta i}}\sqrt{1 - e^{\zeta i + 2c}} \quad ([3]).$$

ÉLASTICITÉ. — *Solution du problème de la plaque rectangulaire épaisse ayant deux côtés opposés appuyés et deux côtés libres, et portant une charge uniformément répartie ou concentrée en son centre.* Note de M. **Carl-A. Garabedian**, présentée par M. Mesnager.

J'ai donné récemment, dans une Note sur les poutres rectangulaires ([4]), la flèche de la plaque en l'étude (la charge étant uniforme). Bien que j'aie

---

([1]) Pour le cas du cercle, les formules sont données par M. Ribière (*Comptes rendus*, **108**, 1889, p. 561; **132**, 1901, 315).

([2]) Nous arrivons aux formules de M. Kirsch (*Zeitschrift des V. D. I.*, **42**, 1898, p. 797).

([3]) Voir nos Mémoires, renvoi ([2]), *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 25.

([4]) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 381.

obtenu à cette époque la solution complète, elle se présentait sous une forme assez longue. Il m'a paru depuis intéressant de tâcher de l'exprimer au moyen de la solution de la plaque mince correspondante et ses dérivées comme je l'ai déjà fait pour la plaque encastrée ou posée [1]. Je viens de réussir à écrire la solution de la plaque épaisse sous cette forme concise que je cherchais.

Prenons $x=0$, $x=a$ comme côté posés; les côtés libres sont donc $y=0$, $y=b$. Les faces sont $z=\pm h$, dont l'une $(z=h)$ est soumise à la charge uniforme p par unité de surface.

Posons pour abréger

$$(1)\qquad A=(3+\sigma)\,\mathrm{sh}\,\alpha b-(1-\sigma)\,\alpha b, \qquad \alpha=\frac{\pi i}{a},$$

i étant un des nombres impairs de la suite 1, 3, 5, ... En désignant par w_{0b} (je conserve les notations de mes Notes antérieures) la solution de la plaque mince, nous avons [2]

$$(2)\qquad w_{0b}=-\frac{p}{24D}\left\{a^3x-2ax^3+x^4\right\}-\frac{4p}{aD}\sum\frac{\sin\alpha x}{\alpha^5 A}\left[\frac{\sigma(1+\sigma)}{1-\sigma}\left\{\mathrm{sh}\,\alpha y+\mathrm{sh}\,\alpha(b-y)\right\}-\sigma\left\{\alpha(b-y)\,\mathrm{ch}\,\alpha y+\alpha y\,\mathrm{ch}\,\alpha(b-y)\right\}\right],$$

(1) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 257.

(2) On arrive à cette solution rapidement convergente de la plaque mince, en suivant la méthode de M. Levy $\left(\text{comme l'a fait M. Estanave pour le cas } \sigma=\frac{1}{4}\right)$, et en se servant aussi de la relation suivante :

$$(i)\qquad \sum\frac{\sin\alpha x}{\alpha^5}=\frac{a}{96}\left\{a^3x-2ax^3+x^4\right\}.$$

Cette formule, et certaines autres qui en résultent par dérivation, se trouvent dans une brochure de M. Mesnager, *Moments et flèches des plaques rectangulaires minces* (*Annales des Ponts et Chaussées*, 3, 1916, p. 392). Pour arriver à notre solution de la plaque épaisse, il faut tenir compte de toutes ces relations.

Je pense que M. March a été le premier à écrire la solution sous sa forme (2). Il l'a obtenue *ab initio* en partant d'un essai de solution dont le polynome fait partie.

et pour la plaque épaisse il vient :

$$(3a)\quad u = -z\frac{\partial}{\partial x}w_{0b} - \frac{\sigma p(a-2x)h^3}{6(1-\sigma^2)D} - \frac{p(a-2x)h^2 z}{5(1-\sigma)D}$$
$$+\frac{h^2 z}{10(1-\sigma)}\left\{(2-3\sigma)\frac{\partial^3}{\partial x^3}w_{0b} - (2-\sigma)\frac{\partial^3}{\partial x\,\partial y^2}w_{0b}\right\}$$
$$+\frac{(2-\sigma)z^3}{6(1-\sigma)}\frac{\partial}{\partial x}\nabla w_{0b} + \frac{(2-\sigma)h^2}{75(1-\sigma)}\left\{3h^2 z - 5z^3\right\}\frac{\partial^3}{\partial x^3}\nabla w_{0b};$$

$$(3b)\quad v = -z\frac{\partial}{\partial y}w_{0b} - \frac{\sigma p(b-2y)h^3}{6(1-\sigma^2)D}$$
$$+\frac{h^2 z}{10(1-\sigma)}\left\{(2-3\sigma)\frac{\partial^3}{\partial x^2\,\partial y}w_{0b} - (2-\sigma)\frac{\partial^3}{\partial y^3}w_{0b}\right\}$$
$$+\frac{(2-\sigma)z^3}{6(1-\sigma)}\frac{\partial}{\partial y}\nabla w_{0b} - \frac{(2-\sigma)h^2}{75(1-\sigma)}\left\{3h^2 z - 5z^3\right\}\frac{\partial^3}{\partial y^3}\nabla w_{0b};$$

$$(3c)\quad w = w_{0b} + \frac{(ax-x^2)\,\mathrm{p}h^2}{5(1-\sigma)D} - \frac{h^2}{10(1-\sigma)}\left\{3(4-\sigma)\frac{\partial^2}{\partial x^2}w_{0b} + (8+\sigma)\frac{\partial^2}{\partial y^2}w_{0b}\right\}$$
$$+\frac{\sigma z^2}{2(1-\sigma)}\nabla w_{0b} - \frac{(8+\sigma)h^4}{25(1-\sigma)}\frac{\partial^2}{\partial y^2}\nabla w_{0b} - \frac{\mathrm{p}h^3 z}{3(1-\sigma^2)D}$$
$$-\frac{(5-3\sigma)\mathrm{p}h^2 z^2}{20(1-\sigma)D} + \frac{\sigma h^2 z^2}{5(1-\sigma)}\frac{\partial^2}{\partial y^2}\nabla w_{0b} + \frac{(1+\sigma)p z^4}{24(1-\sigma)D}.$$

Quant aux efforts divers, on les calcule facilement à l'aide des déplacements, si besoin est.

Pour obtenir les formules dans le cas d'une charge centrale [1], on n'a qu'à substituer à w_{0b} dans (3) la solution de la plaque mince [2] qui convient au problème, en faisant remarquer que cela entraîne $p = 0$, ce qui équivaut à supprimer en u, v, w les termes dans lesquels paraît explicitement la lettre p.

Je rappelle encore une fois que la plaque considérée peut être envisagée comme une poutre posée [3]. En tout cas, nos résultats semblent avoir un intérêt pratique pour les ingénieurs. Notons aussi que l'expression du feuillet moyen exige, en plus de la formule approximative w_{0b}, deux termes correctifs de l'ordre de h^2 et h^4. Pour les remarques se rapportant au point de vue critique à la méthode que j'ai suivie, on est prié de se reporter à mes Notes citées ci-dessus.

---

(1) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 257.

(2) Je n'ai jamais vu imprimée la solution de ce problème sur les plaques minces, mais je pense que nous avons maintenant tous les éléments nécessaires pour le résoudre.

(3) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 381.

ÉLASTICITÉ. — *Arcs circulaires d'épaisseur uniforme. Application aux barrages-voûtes.* Note de M. **Haegelen**, présentée par M. Mesnager.

D'après les résultats énoncés par M. Belsecki [1], on peut définir un état d'équilibre [2], satisfaisant rigoureusement aux équations de l'élasticité, par les formules

$$N = N_1 \cos\varphi + N_2, \qquad Z = Z_1 \sin\varphi,$$
$$N' = N'_1 \cos\varphi + N'_2, \qquad N'' = m(N + N') + E\alpha$$

avec

$$N_1 = Z_1 = dr + \frac{e}{r} + \frac{f}{r^3}, \qquad N'_1 = 3dr + \frac{e}{r} - \frac{f}{r^3},$$
$$N_2 = a + \frac{b}{r^2} + c\log r, \qquad N'_2 = a - \frac{b}{r^2} + c(1 + \log r).$$

Dans ces expressions a, b, c, d, e, f, α sont des constantes arbitraires, E le coefficient d'élasticité et m le coefficient de Poisson. N désigne l'effort normal dirigé suivant le rayon vecteur, N′ l'effort normal dirigé suivant la tangente à la fibre circulaire, Z l'effort tangentiel unique perpendiculaire à Oz, et N″ l'effort normal parallèle à Oz.

Supposons la corde de l'arc normale à l'axe d'origine des angles. Soient F la poussée d'encastrement, d_1 sa distance au centre de courbure de l'arc, et p la pression hydrostatique sur l'extrados.

Nous déterminerons les six constantes a, b, c, d, e, f, de façon que l'on ait, à l'intrados, pour $r = r_0$,

$$Z = N = 0,$$

et, à l'extrados pour $r = r_1$,

$$N = p, \qquad Z = 0,$$

avec

$$\int_{r_0}^{r_1} N'\partial r = F\cos\varphi + pr_1, \qquad \int_{r_0}^{r_1} Z\,\partial r = F\sin\varphi.$$

Nous aurons alors

$$\frac{c}{r_1^2 - r_0^2} = \frac{4Fd}{(r_1^2 - r_0^2)^2 - 4r_1^2 r_0^2 \log^2\frac{r_1}{r_0}} = -\frac{1}{r_1^2\log r_1 - r_0^2\log r_0}\left(a - p\,\frac{r_1^2}{r_1^2 - r_0^2}\right)$$
$$= \frac{1}{r_1^2 r_0^2 \log\frac{r_1}{r_0}}\left(b + p\,\frac{r_1^2 r_0^2}{r_1^2 r_0^2}\right) - \frac{e}{r_1^2 + r_0^2} = \frac{f}{r_0^2 r_1^2} = d = \frac{F}{r_1^2 - r_0^2 - (r_1^2 + r_0^2)\log\frac{r_1}{r_0}}$$

---

[1] *Comptes rendus*, **140**, 1905, p. 1016 et 1203.

[2] Nous avions obtenu directement ces résultats avant de connaître la Note de M. Belsecki.

et

$$\int_{r_0}^{r_1} \mathrm{N}'r\,\delta r = \mathrm{F}\,d_1 + p\left(\frac{r_1^2}{2} + \frac{r_1^2 r_0^2}{r_1^2 r_0^2}\log\frac{r_1}{r_0}\right).$$

Remarquons en passant que ces formules, avec $p = 0$, donnent la solution des problèmes de flexion des pièces circulaires soumises à l'action d'une force extérieure.

On a pour les déplacements u, v, w d'un point de l'arc suivant le rayon vecteur, la tangente à la fibre circulaire, et la normale à ces deux directions,

$$w = \alpha z, \qquad u = u_1 + u_2\cos\varphi, \qquad v = v_1 + v_2\sin\varphi$$

avec

$$\mathrm{E}(u_1 - m\alpha r) = a(1+m)(1-2m)r - \frac{b}{r}(1-m)$$
$$+ c(1+m)(1-2m)r\log r - c(1-m^2)r,$$
$$\mathrm{E}v_1 = 2rc(1-m^2)\varphi,$$
$$\mathrm{E}u_2 = \frac{(1-4m)(1+m)}{2}dr^2 - \frac{1+m}{2}\frac{f}{r^2}$$
$$+ (1+m)(1-2m)e\log r - 2e(1-m^2)(1-\varphi\,\mathrm{tang}\varphi),$$
$$\mathrm{E}v_2 = \frac{(5-4m)(1+m)}{2}dr^2 - \frac{1+m}{2}\frac{f}{r^2}$$
$$-(1+m)(1-2m)e(\log r - 1) + 2e(1-m^2)\frac{\varphi}{\mathrm{tang}\varphi}.$$

Dans ces expressions, les quantités F et Fd figurent sous forme linéaire; on peut donc écrire les deux équations habituelles d'encastrement et déterminer ainsi F et d. On disposera du paramètre α de façon que $\int_{r_0}^{r_1} \mathrm{N}''dr$, somme des pressions verticales, soit égale à C, valeur donnée à l'avance.

MÉTÉOROLOGIE. — *Contribution à l'étude du mistral. L'accélération.* Note [1] de MM. **D. Faucher** et **E. Rougetet**, présentée par M. Deslandres.

Le mistral est surtout caractérisé par sa violence. Mais sa vitesse est variable, suivant le moment considéré et suivant les lieux. Un de ses traits les plus originaux, c'est son irrégularité.

---

(1) Séance du 17 août 1925.

Il a paru qu'il serait intéressant de rechercher l'ordre de grandeur des changements de vitesse d'un point à un autre au même moment, et de déterminer, dans l'espoir de découvrir la cause de ces variations, en quels lieux se produisaient les accélérations de ce vent.

Nous avons pu, avec quelques concours bénévoles, organiser dans le courant de 1924-1925 des observations de vitesse à l'aide d'anémomètres à main prêtés par l'Office National météorologique. Ces anémomètres ont tous été comparés avec soin à la girouette-anémo totalisateur Richard, de la station météorologique de Montélimar-Ancône.

L'un de nous (M. D. Faucher) ayant émis l'hypothèse que les plaines qui se succèdent dans la partie moyenne de la vallée pouvaient influer sur l'accélération et même sur la formation du mistral, les observations ont été faites simultanément en un certain nombre de points choisis pour mettre en évidence le rôle respectif des défilés et des bassins.

C'est ainsi que la station d'Ancône étant considérée comme station de base, des mesures ont été faites en séries de plusieurs jours à 9^h et 15^h, à Saint-Vallier, dans le défilé où le Rhône s'engage un peu au nord de cette ville et dont il ne sort qu'à Tain-Tournon. En même temps d'autres observateurs opéraient à Chanos-Curson, à l'école des Chassis à 5^{km} au sud-est de Tain, à Beaumont-Monteux près de l'Isère et entre Valence et Chabeuil, à la ferme de la Trésorerie. Tous les points avaient été choisis sur un espace découvert, mais on a dû éliminer les observations faites près de Chanos-Curson, la vitesse du vent s'y trouvant très fortement influencée par les collines qui s'étendent d'Ouest en Est de Mercurol à l'Herbasse, au nord du village.

De Saint-Vallier à Ancône nous avons donc pu observer le vent sur un parcours de 70^{km} environ. Le couloir rhodanien entre ces deux points extrêmes comprend des plaines reliées par des défilés.

Du Nord au Sud se présentent le défilé de Saint-Vallier-Tain, la plaine de Valence, le défilé de Cruas-Le Teil, la plaine de Montélimar. C'est donc dans une portion typique de la partie de la vallée du Rhône parcourue par le mistral que les recherches dont nous donnons ci-après les résultats ont été poursuivies.

Les observations que nous avons ainsi recueillies montrent toutes que dans la portion de la vallée du Rhône considérée, *le vent du gradient est rarement observé seul. Il s'y ajoute très régulièrement un certain coefficient d'accélération.* La vitesse du vent est donc la résultante de deux vitesses,

l'une déterminée par le gradient barométrique, c'est la vitesse théorique *ou vitesse du gradient*, l'autre causée par les conditions locales, orographiques et géologiques, nous pourrions l'appeler *vitesse orographique*. Lorsque ces deux vitesses s'ajoutent, le vent est plus fort qu'il ne devrait être d'après les seules conditions météorologiques. C'est ce que mettent en évidence les observations que nous avons faites, et dont nous citerons deux exemples.

1° Le 10 juillet 1924, la situation barométrique, favorable au mistral, est caractérisée par de hautes pressions (765^{mm}) sur le centre de la France, jusqu'à Lyon et un noyau de basses pressions (755^{mm}) sur la mer Tyrrhénienne et le golfe de Gênes (situation classique pour la formation du mistral).

Les vitesses suivantes sont observées :

	Saint-Vallier.	Montélimar.	Accélération (vitesse orographique).
	m	m	m
9 heures..................	6,30	9,50	3,20
15 heures..................	5,60	11,10	5,50

Or le vent du gradient calculé sur les observations barométriques de Lyon et de Montélimar-Ancône, aurait été à Montélimar de 8^{m} et de 6^{m},50. Les vitesses réelles 9^{m},50 et 11^{m},10 se rapprochent de celles (11^{m},20 et 12^{m}) que donnent l'accélération constatée ajoutée à la vitesse théorique.

2° Plus typique encore est le cas du vent du Nord soufflant dans la vallée du Rhône avec une vitesse relativement forte sans que la situation barométrique générale soit de nature à l'expliquer. Ainsi, le 1er août 1924, la situation en Provence était celle d'un marais barométrique. Entre Lyon et Montélimar, le gradient faible accuse à 8^{h} G. M. T. un vent théorique de 3^{m} à Montélimar. Or Saint-Vallier note à 9^{h} un vent modéré de 4^{m},8; Montélimar enregistre un vent assez fort, 9^{m}.

C'est un cas typique de mistral engendré uniquement par des conditions propres à la vallée du Rhône.

L'état thermique des plaines rhodaniennes nous paraît être dans ce cas le facteur déterminant du vent du Nord. Chacune d'elles, grâce à la nature de son sol généralement perméable et favorable à l'évaporation est un centre de dépression. Les conditions orographiques ajoutent considérablement au pouvoir d'attraction des plaines pour les courants du Nord. Elles sont souvent en effet entourées de montagnes et de collines au flanc desquelles se concentre la chaleur et s'établissent des courants ascendants. Elles sont donc des foyers d'appel.

C'est ce phénomène qui explique du même coup : 1° l'accélération du vent du Nord engendré normalement par la situation barométrique générale; 2° l'écoulement vers le Sud dans la vallée du Rhône des courants ayant

soufflé du golfe de Gascogne sur le bassin d'Aquitaine et le Massif Central (Théorie de M. Gazaud).

PHYSIOLOGIE. — *Au sujet de la marche dite « sur la pointe des pieds ».* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons, M. d'Arsonval, le regretté Gautiez et moi ([1]), établi les avantages considérables de la marche sur la pointe des pieds, comme on dit d'ailleurs à tort. De nouvelles précisions nous paraissent nécessaires.

1° Les données respiratoires et radiographiques témoignent qu'en marchant sur les avant-pieds, en appuyant plus sur les orteils que sur les talons, on redresse la colonne vertébrale, les côtes, et l'on met en jeu la *respiration thoracique*. Celle-ci l'emporte, au point de vue de l'hygiène et de l'esthétique, sur la *respiration abdominale*.

2° Si l'on fait marcher, à cadences de plus en plus rapides, sur une plaque de cire molle (*stent*), on constate que l'empreinte des orteils, de l'avant-pied, va en augmentant de profondeur. L'exercice, la course par exemple, qui tend à développer la respiration, pousse donc à employer le mode thoracique dans les conditions, et avec tout le profit que nous avions indiqués.

3° La marche avec souliers à *talons hauts* ne réalise nullement ces conditions; elle précipite les pas et déforme les pieds; ceux-ci gardent, néanmoins, *leur base totale*, du talon aux orteils, mais la base est un plan incliné. Cela est physiologiquement défectueux.

4° Enfin, la marche sur la pointe des pieds déforme la métatarse, exactement comme chez les danseuses.

Aussi avons-nous le regret de voir, à la campagne, de nombreuses personnes s'appliquer à marcher sur la pointe des pieds. Elles ont mal compris un conseil qui leur est donné dans une intention louable, et qui ne traduit pas réellement nos conclusions. Il faut bien se persuader que l'homme n'est pas absolument *onguligrade*; le centre de gravité d'un bipède ne l'autorise pas; le corps perdrait sa stabilité.

Par conséquent, voici la pratique à suivre :

Porter le corps en avant, la tête bien relevée, le jarret tendu, et marcher à 130 pas à la minute. Cela, un quart d'heure le matin et autant le soir.

([1]) *Comptes rendus*, **171**, 1920, p. 363.

Un tel exercice accélère respirations et pulsations dans la mesure qui convient, et fait tomber le ventre, et, nous l'avons reconnu sur des hommes et des femmes de 40 à 50 ans, produit des effets heureux sur la digestion. Une légère transpiration se manifeste à la dixième minute.

En insistant sur ces faits, nous voulons montrer combien les données claires, simples, de la physiologie expérimentale, peuvent servir au progrès social.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Dosage biochimique de l'insuline.* Note [1] de M. **Fernand Wyss.** (Extrait.)

Les méthodes actuelles de dosage de l'insuline sont basées sur l'action physiologique de cette hormone. Pour rendre le dosage indépendant des variations individuelles que comportent les déterminations sur le lapin, il est nécessaire de se baser sur un dosage fait *in vitro*. Il peut être réalisé en utilisant les observations suivantes que j'ai fait connaître :

1° Le glucose est oxydé en acide lactique par l'eau oxygénée ; en présence d'insuline, cette oxydation n'a pas lieu ; 2° Les phénols sont oxydés par l'eau oxygénée ; en présence d'insuline, cette oxydation est retardée ou inhibée, sauf en ce qui concerne les phénols polyvalents ayant deux hydroxyles en positions 1-2 ; 3° L'insuline prévient la formation des corps acétoniques, qu'elle résulte de l'oxydation et de la désamination des acides aminés, ou de l'oxydation de l'acide β-oxybutyrique.

Théoriquement, ces trois remarques pourraient servir de base pour établir une méthode de dosage de l'insuline *in vitro*. Pratiquement, une seule répond aux exigences suivantes : absence presque absolue de causes d'erreur, simplicité de la réaction, rapidité de la détermination.

Principe du dosage. — La protection exercée sur les phénols, vis-à-vis de l'oxydation, dépend de la quantité d'insuline présente ou, ce qui revient au même, toutes conditions restant égales, la protection est d'autant plus faible que l'oxydation est plus énergique.

Étalonnage préalable : Disposant d'une solution d'insuline titrée, dont 1^{cm^3} contient 10 unités cliniques, je dilue ce centimètre cube dans 19^{cm^3} d'eau, au $P_H = 7,5$. J'obtiens une solution contenant 0,5 unité par centimètre cube.

---

(1) Séance du 17 août 1925.

Je répartis, dans 8 tubes à essai, 1^{cm^3} d'une solution de résorcine à 0,2 pour 100, fraîchement préparée, et 1^{cm^3} de la solution d'insuline. Un tube témoin ne reçoit pas d'insuline. J'ajoute à ces tubes des quantités croissantes d'eau oxygénée ($0^{cm^3},25$; $0^{cm^3},50$; $0^{cm^3},75$; $1^{cm^3},25$; $1^{cm^3},50$; $1^{cm^3},75$; 2^{cm^3}, etc.) au tiers $\left(1^{cm^3} = 24^{cm^3} \text{ de } KMnO^4 \text{ à } \frac{N}{100}\right)$. Je complète tous les tubes à 5^{cm^3}, avec de l'eau au $P_H = 7,5$. Je les porte dans l'eau bouillante, et les y laisse 20 minutes. Après ce laps de temps, le témoin est brun, celui qui contient 2^{cm^3} d'eau oxygénée est aussi brun; le précédent ($1^{cm^3},75$) est incolore. Dans ces conditions, 0,50 unité d'insuline est neutralisée par 2^{cm^3} d'eau oxygénée. Une nouvelle expérience, avec le quart d'unité, montre qu'il est neutralisé de même par 1^{cm^3} d'eau oxygénée.

Deux techniques s'offrent dès lors pour la détermination de la valeur en insuline d'une solution x. La première prend comme facteurs invariables la concentration et la quantité de résorcine, la quantité d'eau oxygénée neutralisant le quart d'unité, la température, le P_H et le temps de réaction. Le facteur variable est la concentration en insuline de chaque tube.

La seconde méthode prend comme facteur variable la quantité d'eau oxygénée ajoutée. La quantité d'insuline est la même partout.

La séance est levée à 15^h30^m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 SEPTEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. JOSEPH BOUSSINESQ.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une formule générale dans la théorie des polynomes de Tchebycheff et ses applications.* Note de M. **Jacques Chokhatte**, transmise par M. Appell.

1. *Étant données une fonction $q(x)$ dans un intervalle (a, b) (fini ou non), et certaines constantes réelles $M > 0$, α_i $(i = 0, 1, \ldots, n)$, trouver la limite supérieure de l'expression linéaire*

$$(1) \qquad \omega(G_n) = \sum_{0}^{n} {}_i\, \alpha_i g_i$$

pour tous les polynomes réels $G_n(x) = \sum_{0}^{n} {}_i\, g_i x^i$ *tels que*

$$(2) \qquad |q(x) G_n(x)| \leqq M \quad \text{pour} \quad a \leqq x \leqq b.$$

Solution. — Supposons que l'on peut trouver une fonction $r(x)$ non négative et intégrable dans (a, b) telle que toutes les intégrales suivantes existent :

$$(3) \qquad C_i = \int_a^b q^2(x)\, r(x)\, x^i\, dx \qquad (i = 0, 1, \ldots) \qquad \text{avec } C_0 > 0.$$

En utilisant la suite correspondante orthogonale et normale

$$(4) \qquad \varphi_n(p\,;\, x) = a_n(p)\, x^n + a_{n,n-1}(p)\, x^{n-1} + \ldots \qquad (n = 0, 1, \ldots;\ a_n > 0)$$

des polynomes de Tchebycheff, on obtient :

$$(5) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \omega(G_n) = \displaystyle\int_a^b p(x)\, \Phi(x)\, G_n(x)\, dx; \\ p(x) = q^2(x)\, r(x); \qquad \Phi(x) = \displaystyle\sum_{0}^{n} {}_i\, \omega(\varphi_i)\, \varphi_i(p\,;\, x). \end{array} \right.$$

$$(6) \qquad |\omega(G_n)| \leqq \sqrt{\int_a^b p(x)\, G_n^2(x)\, dx}\ \sqrt{\sum_{0}^{n} {}_i\, \omega^2(\varphi_i)},$$

quel que soit le polynome $G_n(x)$ *et les constantes* α_i, égalité ayant lieu seulement pour le polynome $c\Phi(x)$ ($c =$ const.)

$$|\omega(G_n)| < M\sqrt{\int_a^b r(x)\,dx}\sqrt{\sum_{0}^{n}{}_i\,\omega^2(\varphi_i)}. \tag{7}$$

2. Citons quelques applications de (6) les plus intéressantes :

a. Polynomes en général. — On a, l'entier k étant $\geqq 0$:

1° $$[G_n^{(k)}(z)]^2 \leqq \int_a^b p(x)\,G_n^2(x)\,dx \sum_{k}^{n}{}_i\,[\varphi_i^{(k)}(p\,;\,z)]^2 \qquad (z \text{ — arbitraire}).$$

2° $$\min \int_a^b p(x)[g_n(x-z)^n + \ldots + g_{k+1}(x-z)^{k+1} + (x-z)^k + g_{k-1}(x-z)^{k-1} + \ldots]^2\,dx = \sum_{k}^{n}{}_i \left[\frac{\varphi_i^{(k)}(p\,;\,z)}{k!}\right]^2.$$

3° *(a, b) fini.* — Soit, pour simplifier, $a = -1$, $b = 1$. Alors

$$(8)\quad \begin{cases} |g_n| < MC\,2^n, \quad |g_{n-1}| < MC_1\,2^n, \quad |g_{n-2}| < MC_2\,2^n, \quad n, \quad \ldots, \\ |G_n(z)| < MH\,|z + \sqrt{z^2-1}|^n \qquad (|z| > 1,\ z + \sqrt{z^2-1} \to \infty \quad \text{pour} \quad z \to \infty), \end{cases}$$

$G_n(x)$ vérifiant (2) avec $g^2(x) = \dfrac{p(x)}{r(x)}$, $p(x)$ et $\dfrac{\log p(x)}{\sqrt{1-x^2}}$ étant intégrable (L) dans $(-1, 1)$.

4° *(a, b) infini.* — Soit, par exemple, $a = 0$, $b = \infty$. On obtient, $G_n(x)$ vérifiant (2) avec $g^r(x) = \dfrac{e^{-kx}}{r(x)}$ $(k > 0)$:

$$(9)\quad \begin{cases} |g_n| < MC\dfrac{k^{n-\frac{1}{2}}}{n!}, \quad |g_{n-1}| < MC_1\dfrac{k^{n-\frac{1}{2}}}{(n-1)!}\,n, \\ |g_{n-2}| < MC_2\dfrac{k^{n-\frac{1}{2}}}{(n-2)!}\,n(n-1) \quad \ldots, \end{cases}$$

H, C_i dans (8), (9) ne dépendent pas de n.

b. Polynomes de Tchebycheff (¹) : 1° *(a, b) fini.* — On a, quel que soit $p(x)$ [voir (3)] :

$$a_{n,i}^2(p) + a_{n-1,i}^2(p) + \ldots + a_i^2(p) > \frac{B_i^2}{\int_a^b p(x)\,dx} \qquad (0 \leqq i \leqq n,\ a_{i,i} = a_i) \tag{10}$$

(¹) Cf. TCHEBYCHEFF, *Œuvres*, 2, n° 18, p. 343. — W. MARKOFF, *Mathematische Annalen*, 77, 1916, p. 248.

B_i désignant le coefficient de x^i dans $\cos\left(n \arc\cos \frac{2x-a-b}{b-a}\right)$;

$$(11)\qquad \sum_0^n {}_i\,\varphi_i^2(p,z) > \frac{\left\{ \begin{array}{l} [2z-a-b+2\sqrt{(z-a)(z-b)}]^n \\ +[2z-a-b-2\sqrt{(z-a)(z-b)}]^n \end{array}\right\}}{4(b-a)^{2n}\int_a^b p(x)\,dx} \qquad (z > b \text{ ou } < a).$$

2° (a, b) *infini*. — Soit, par exemple, $a = 0$, $b = \infty$. Alors

$$(12)\qquad a_n(p) > \frac{k^n}{n!\sqrt{\int_0^\infty r(x)\,dx}} \qquad [p(x) = r(x)e^{-kx};\ k > 0).$$

3. En utilisant les polynomes orthogonaux de plusieurs variables (¹), on obtient l'extension des résultats ci-dessus.

Exemple : Si

$$\left|\frac{1}{\sqrt{r(x,y)}}\sum_{i,j} g_{ij}\,x^j y^i\right| \leq M \qquad \text{pour} \qquad -1 \leq x, y \leq 1 \qquad (0 \leq i \leq m,\ 0 \leq j \leq n),$$

alors

$$|g_{m,n}| < \frac{2^{m+n+1}}{\pi}R, \qquad |g_{m,n-1}| < \frac{2^{m+n}}{\pi}R, \qquad R^2 = \int_{-1}^{1}\int_{-1}^{1} r(x,y)\,dx\,dy.$$

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la présence du spectre rouge du cyanogène dans la comète Daniel* (1907 *d*). Note de M. F. **Baldet**, présentée par M. H. Deslandres.

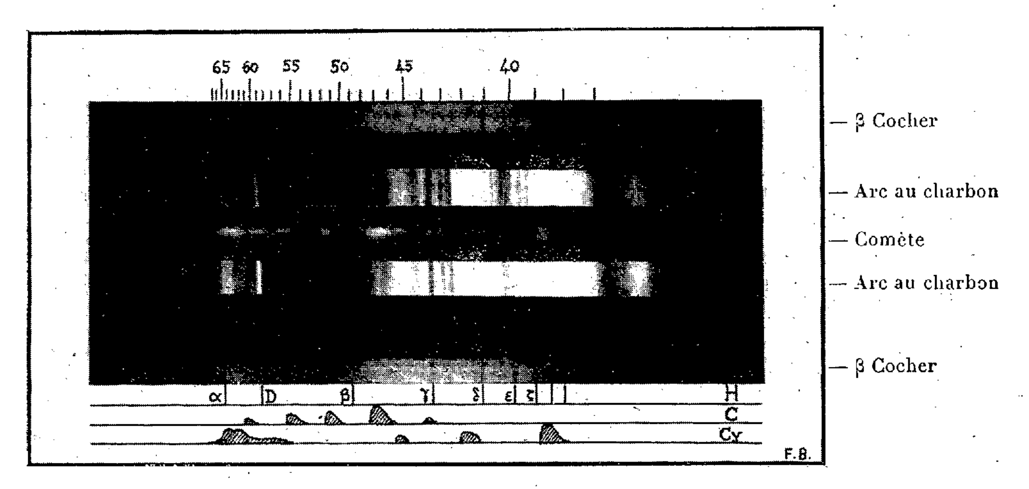
Au cours de mes recherches sur les spectres de bandes des comètes, j'ai été amené à reprendre l'étude des clichés des spectres de la comète Daniel (1907 *d*) que nous avions obtenus, M. A. de La Baume Pluvinel et moi, à l'aide d'un prisme objectif de petite dispersion (4^{mm} de H_α à H_ε). Le meilleur a été pris le 15 août 1907, avec une pose de 62 minutes, sur plaque Wratten Pinacyanol. Il s'étend de $\lambda 388$ à $\lambda 670^{m\mu}$ (²).

Il présente dans le rouge une bande intense remarquable, commençant

(¹) Hermite, *Comptes rendus*, 60, 1865, p. 370, 432, 461, 512. — P. Appell, *Ibid.*, 90, 1880, p. 296, 731. — Didon, *Ibid.*, 70, 1870, p. 749, 751.

(²) La trop petite dispersion du spectre ne permet pas de donner les longueurs d'ondes en unités d'Angström.

par une condensation à λ655. A ma connaissance, cette bande n'a été signalée par aucun des observateurs de la comète Daniel, parce que la sensibilité de leurs plaques ne s'étendait pas jusqu'au rouge. Il est difficile de l'identifier avec les bandes rouges notées parfois dans quelques comètes, faute de documents suffisants. Elle ne saurait être confondue avec la première bande du spectre de Swan à λ 619, assez souvent observée. On y dis-



Spectre de la comète Daniel (1907 *d*) par MM. A. de La Baume Pluvinel et F. Baldet, obtenu à l'Observatoire de la Société astronomique de France le 15 août 1907, de $2^h 16^m$ à $3^h 18^m$ (T. U.). Prisme-objectif de 20°, $f = 30^{cm}$, $d = 8^{cm}$. Les spectres de l'arc ont été rapportés sur le positif. Agrandissement = 10.

tingue deux maxima d'intensité, presque réunis à λ648 et λ635 [1]. Placée dans une région peu sensible de la plaque, elle est cependant venue avec une intensité supérieure à celle de l'image ultraviolette du cyanogène et presque égale à celle de l'image bleue du spectre de Swan.

La dispersion si petite dans le rouge ($10^{m\mu} = 0^{mm},08$) rend l'identification assez délicate. Cependant, en rapprochant le spectre de la comète d'un spectre de l'arc au charbon obtenu au laboratoire de M. de La Baume Pluvinel avec le même prisme-objectif, garni d'un collimateur à fente large, et avec les mêmes plaques, on constate que le groupe de bandes rouges de l'arc, à peine séparées ici, coïncide avec la bande de la comète, non seulement en position, mais aussi, ce qui n'est pas moins important à noter, dans les intensités relatives de leurs points correspondants. C'est

(1) Ils sont invisibles sur la reproduction en similigravure. Une « ligne » a été signalée dans quelques comètes à λ 630.

ainsi que les deux bandes contiguës les plus intenses situées dans l'arc à λ649 et λ634 se retrouvent dans les maxima de la comète à λ648 et λ635.

Quant à l'origine des bandes rouges de l'arc, elle a été déterminée par MM. A. Fowler et H. Shaw dans leurs belles recherches sur le spectre le moins réfrangible du cyanogène, et sa présence dans l'arc au charbon, publiées en 1912 [1]. Ils les identifièrent avec celles du spectre rouge du cyanogène. Ce dernier peut, dans certaines conditions d'excitation, acquérir une forte intensité par rapport au spectre violet.

On peut donc en conclure que la bande rouge de la comète Daniel paraît avoir eu pour origine le groupe de bandes rouges du cyanogène, tel qu'on l'observe dans l'arc, mais développé avec une intensité exceptionnelle.

Voici la description et l'identification du spectre de la comète :

Int.	λ.	Description.	Identification.
6	665	Condensation, début d'une bande.....	664 } CyI; 619 à 595 } CI?
9	648	Maximum d'intensité................	649 } CyI
9	635	Maximum d'intensité................	634 } CyI
6	574	Condensation, fin de bande..........	574 } CyI
4	565 à 536	Bande, maximum à 555...............	564 à 542, C II
5	517 à 503	Bande, maximum à 511...............	517 à 508, C III
1	498	Noyau..............................	
2	486	Noyau diffus.......................	
10	472	Début d'une bande, maximum à 468..	474 à 468, C IV
6	460 à 450	Bande..............................	461 à 450, CyII
1	455	Faible image de la queue sur 20′ env...	456, CO 3ᵉ gr. nég.
2	438	Condensation un peu diffuse.........	438 à 436, C V?
2	434 à 426	Noyau seulement....................	
1	427	Faible image de la queue sur 20′ env..	427, CO 3ᵉ gr. nég.
3	421 à 413	Bande..............................	422 à 415, CyIII
3	408 à 398	Noyau seulement....................	
1	402	Faible image de la queue sur 15′ env..	401, CO 3ᵉ gr. nég.
1	391	Noyau..............................	
5	388	Milieu d'une image de la tête.........	388 à 385, CyIV

(Les lignes 6/665, 9/648, 9/635, 6/574 sont réunies par une accolade; 664–574 : CyI; 619 à 595 : CI?)

Un spectre continu assez intense, interrompu à l'emplacement des raies solaires H et K, se superpose à toutes ces radiations.

---

[1] *Proceedings of the Royal Society*, A, 86, 1912, p. 118-130, planche VII.

ASTRONOMIE. — *Sur une relation entre le mouvement propre moyen et la grandeur stellaire d'après les premiers clichés des Henry.* Note [1] de M. V. NECHVILE, transmise par M. B. Baillaud.

Les recherches faites dans les 22 régions Henry [2] ont permis de calculer le mouvement propre moyen d'étoiles de 5,5^e à 15,5^e grandeur. Après avoir éliminé les quatre étoiles avec des mouvements exceptionnels, ainsi que les faibles compagnons avec un déplacement orbital ou parallèle, on a déterminé le mouvement propre moyen μ deux fois : 1° pour chacune des 22 régions séparément et 2° pour l'ensemble des 3755 étoiles.

On a constaté que μ décroît, en général, vers les grandeurs 12,5 et 13,5 pour remonter ensuite dans 18 des 22 régions. Le fait est visible dans la série des moyennes simples aussi bien que dans celle des moyennes pondérées (d'après l'ensemble d'étoiles); μ est exprimé en millièmes de seconde d'arc par an :

Gr. ph.	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5
μ moy. simples	223,75	98,67	112,00	57,99	84,79	63,78	52,02	46,04	45,35	48,73	58,35
μ moy. pondérées ..	223,75	98,67	112,00	57,26	76,05	60,18	49,71	43,78	42,54	43,90	49,51

Ces nombres provenant d'observations seulement peuvent être représentés par une relation algébrique. Les sept moyennes, dont les poids sont les plus forts à la fin des deux séries, s'écartent particulièrement peu d'une parabole dont l'équation peut être écrite, a_0, a_1 et m_0 étant des constantes,

$$\mu = a_0 + a_1(m - m_0)^2.$$

Nous avons trouvé, sur la base de la deuxième série de μ, deux équations : une pour le mouvement moyen d'étoiles des grandeurs 9,5 à 15,5, assez nombreuses et ayant les poids plus forts, l'autre pour toutes les étoiles de 5,5^e à 15,5^e grandeur

$$\mu = 41,42 + 2,129\,(m - 13,54)^2,$$
$$\mu = 42,00 + 1,868\,(m - 13,54)^2.$$

Les écarts entre l'observation et le calcul sont, pour la première formule,

μ observé	76,05	60,18	49,71	43,78	42,54	43,90	49,50
μ calculé.....	76,17	61,09	50,28	43,71	41,42	43,38	49,60
Observ.-calc..	— 0,12	— 0,91	— 0,57	+ 0,06	+ 1,12	+ 0,52	— 0,10

(1) Séance du 24 août 1925.
(2) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 210.

Les deux relations, d'origine expérimentale, diffèrent de toutes autres par leur forme quadratique. Elles expriment que μ décroît régulièrement, à la façon des termes d'une série géométrique, avec les grandeurs stellaires, ce qui est naturel; mais elles indiquent aussi qu'à partir de la 13[e] grandeur μ va en croissant pour les régions étudiées.

Ce dernier fait peut être d'origine accidentel ou réel. Il peut provenir par exemple de ce que, pour une trop grande proportion d'étoiles faibles, le mouvement est au-dessous de la limite de $0'',02$ par an. Si le fait est réel, il indique que parmi ces étoiles il y en a beaucoup avec des mouvements sensibles. Sans insister sur la probabilité plus grande de l'une ou de l'autre hypothèse, dont les effets s'ajouteraient d'ailleurs, nous voudrions rappeler que, déjà au commencement des mesures, nous avions été amenés à classer les champs stellaires en régions stables, ou agitées, ces derniers étant caractérisées par le grand nombre d'étoiles faibles à mouvement sensible (1).

Cette constatation nous a amené à étudier l'influence de la latitude galactique sur le mouvement moyen. Les régions étudiées peuvent être réparties dans deux groupes dont les latitudes moyennes sont $+2°,5$ et $+44°,7$. Les μ moyens, pour les sept grandeurs stellaires les plus faibles, et pour ces deux groupes respectivement, sont

μ.......	69,25	57,78	44,19	44,01	40,48	41,89	44,15	$l=+2°,5$
μ.......	92,04	65,21	53,91	43,27	47,10	47,48	57,57	$l=+44°,7$

et peuvent être représentés par deux relations numériques analogues

$$\mu = 38,36 + 2,093\,(m - 13,50)^2 \qquad l = +\ 2°,5,$$
$$\mu = 40,88 + 3,757\,(m - 13,26)^2 \qquad l = +\,44°,7.$$

Le coefficient du terme quadratique est, en plus, à peu près doublé pour les régions plus proches du pôle galactique. Le mouvement propre moyen d'étoiles faibles y serait donc plus important et les grandeurs absolues seraient plus petites que celles des mêmes grandeurs apparentes dans la Voie lactée.

---

(1) *Rapport annuel de l'Observatoire de Paris*, 1923, p. 34.

CHIMIE MINÉRALE. — *Application au chrome d'une méthode générale de synthèse de fluorures et de silicates.* Note ([1]) de M. **A. Duboin**, présentée par M. G. Urbain.

Si l'on projette de l'oxyde de chrome dans un bain de fluorure de potassium fondu contenant de la silice en dissolution, l'oxyde passe à l'état d'acide chromique et lorsqu'on reprend le culot refroidi par l'eau, on n'obtient pas de silicate.

J'ai alors appliqué une variante de ma méthode que j'ai employée pour l'obtention de la leucite ([2]).

Dans du fluorhydrate de fluorure de potassium fondu, on projette par petites portions, de l'oxyde ou du fluorure de chrome précipité, on porte au rouge et l'on ajoute alors de la silice. On laisse refroidir lentement et l'on reprend par l'eau.

Dans une seconde série d'expériences, le culot est refondu avec un grand excès de chlorure de potassium et la masse est maintenue au rouge pendant longtemps (de 48 à 72 heures), puis refroidie et reprise par l'eau.

On isole alors de la silice et du fluorure double de chrome et de potassium.

La silice est parfaitement cristallisée sous forme de tridymite. Densité à $0 = 2,32$.

C'est la première fois que j'ai rencontré la silice cristallisée dans les nombreuses expériences où j'ai appliqué ma méthode.

Le fluorure double m'a fourni des remarques intéressantes au cours de son analyse.

1° Dans le dosage du chrome. Si on l'attaque par l'acide sulfurique, le produit de l'attaque n'est pas complètement soluble dans l'eau et la liqueur traitée par l'ammoniaque donne un précipité qui retient toujours de la potasse.

J'ai alors traité le produit bien pulvérisé par un excès d'acide chlorhydrique dans une capsule de platine, évaporé à siccité et repris par l'eau.

Dans la liqueur, le chrome et la potasse se dosent alors très exactement.

2° Dans le dosage du fluor, la méthode normale d'attaque par les carbonates alcalins en présence d'une petite quantité d'azotate de potasse débute

([1]) Séance du 31 août 1925.

([2]) *Sur la reproduction de la leucite* (*Comptes rendus*, 114, 1892, p. 1361).

très bien, l'attaque se faisant à basse température et sans projections, mais finalement j'ai toujours eu une perte en fluor voisine de 1 pour 100.

Il m'a paru préférable d'opérer ainsi :

On dissout le produit pulvérisé dans l'acide chlorhydrique étendu, en quantité mesurée, et l'on ajoute alors un excès d'acétate de calcium. On évapore à sec et l'on reprend par l'eau, ce qui donne le fluorure de calcium. On lave trois fois par décantation et si l'on a soin de ne pas laisser tomber de fluorure sur le filtre, les difficultés dues à l'état gélatineux du fluorure ne sont guère plus grandes que dans l'application de la méthode normale, car une fois le précipité mis sur le filtre les lavages à effectuer ne sont plus nombreux.

Il y aurait lieu d'étudier cette méthode au point de vue de l'excès d'acétate de calcium à ajouter.

Les résultats obtenus sont les suivants :

	Trouvé pour 100.		Calculé pour
	I.	II.	$CrF^3, 3KF$.
Chrome	17,98	18,73	18,52
Potassium	40,95	41,76	41,27
Fluor	40,11	»	40,21

I. Produit obtenu sans addition de KCl.
II. » en présence de KCl.

On a donc affaire à une cryolithe chromico-potassique et le produit qui se présente en beaux cristaux verts est parfaitement cristallisé et ressemble à la cryolithe potassique que j'ai découverte en 1890 et décrite dans le mémoire rappelé précédemment.

Réduit en poudre il est parfaitement blanc et se dissout avec la plus grande facilité dans les acides chlorhydrique et azotique étendus.

Densité à 0° .... $d = 2,93$

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune de Rongeurs de Saint-Gérand-le-Puy (Allier).* Note [1] de M. **Viret**, transmise par M. Ch. Depéret.

Les Rongeurs aquitaniens de Saint-Gérand-le-Puy ont été décrits par Pomel, Gervais, Filhol, Schlosser dans des ouvrages classiques.

Mes recherches dans cette région m'ont fait retrouver des espèces de

(1) Séance du 24 août 1925.

Pomel, en partie méconnues, par suite de la disparition des types. En dehors de mes récoltes, j'ai pu étudier les pièces importantes du Muséum de Lyon, ainsi que la magnifique collection du professeur Julien.

Cette faune comprend dans l'état de mes connaissances :

Famille des Sciuridés. — J'ai retrouvé les deux espèces de Filhol, *Sciurus Chalaniati* et *Sciurns Feignouxi* et n'ai rien à ajouter à leur histoire.

Famille des Castoridés. — J'ai reconnu trois espèces de *Steneofiber* : 1. *Steneofiber Eseri* V. Mayer, anciennement connue et décrite par Filhol sous le nom de *St. viciacensis*. Malgré la taille plus forte des sujets d'Ulm, je ne puis la séparer de ceux de Saint-Gérand; ici la prémolaire supérieure et inférieure est plus forte que les molaires vraies.

2. *Steneofiber Julieni* n. sp. Un peu plus petite que la précédente, avec incisive plus grêle et prémolaire longuement radiculée de taille au plus égale aux molaires vraies.

3. *St. Depereti* Mayet, rare espèce représentée par un fragment de mandibule avec les trois premières dents que je rapporte à l'espèce des sables de l'Orléanais.

Famille des Théridomydés. — Le genre *Archœomys* est représenté par une dentition supérieure et inférieure, où les M supérieurs montrent 4 plis d'émail concentriques. Je l'attribue à l'*A. Laurillardi* Gerv., de Cournon.

J'ai recueilli de nombreuses mandibules du *Rhodanomys Schlosseri* Dep. Les molaires sont plus bunodontes et quadrituberculaires que le type de Pyrimont, où les molaires sont usées. Mais je n'ai trouvé qu'un seul fragment de maxillaire avec deux dents. La présence de 4 plis traverses d'émail du côté externe de la M supérieure et d'un seul sillon interne profond et oblique en arrière m'amène à considérer ce Rongeur comme un représentant à caractères archaïques du groupe des *Théridomydés*, qu'on le range directement dans cette famille, ou qu'on en fasse avec Depéret une sous-famille spéciale, celle des *Eomydés*. Ce genre *Rhodanomys* présente en effet d'incontestables affinités avec l'*Eomys Zitteli* Schlosser, mais je ne pense pas qu'on puisse le ranger parmi les *Myomorphes*. J'ajoute qu'il est vraisemblable que l'*Omegodus*, insuffisamment décrit par Pomel, du Stampien supérieur de la Limagne, se rapporte peut-être à l'espèce en question.

Famille des Myoxidés. — Je n'ai rien à ajouter sur le *Myoxus murinus* Pom. dont je n'ai pu étudier qu'un beau fragment de crâne avec les deux molaires antérieures.

Famille des Cricétidés. — Le *Cricetodon gerandianum* figuré par Gervais et signalé par Pomel sous le nom de *Myarion antiquum* est voisin par sa taille

de *Cricetodon medium* Lart. de Sansan. Il en diffère par la petitesse du tubercule impair de M_1, par son M_3 quadrituberculée, par la position reculée de la branche montante mandibulaire, enfin par son M_3 au tubercule impair plus détaché du reste de la dent.

Famille des Hystricidés. — J'ai trouvé des molaires isolées d'un petit Hystricomorphe dont la couronne ovoïde est revêtue d'un émail jaune. Le plan d'usure montre sur un côté un pli profond, sur l'autre deux îlots représentant la trace de plis moins profonds. Les racines sont courtes et peu distinctes, sauf pour une dent, probablement une prémolaire à deux racines cylindriques bien détachées. De ces dents dont la plus grande longueur atteint à peine 3^{mm}, je rapproche une mandibule sans dents, longue de 30^{mm}, et qui, chose nouvelle pour les Hystricidés, comporte seulement 3 dents (en tout $8^{mm},2$), la première de beaucoup la plus forte. Pour ce genre nouveau, qui n'est sans doute pas l'ancêtre direct du genre *Hystrix*, je propose le nom d'*Hystricopsis* n. g.

Famille des Lagomydés. — Je les rapporte à trois genres distincts. Un premier genre doit être attribué à l'*Amphilagus antiquus* Pomel par la présence d'un troisième M inférieure rudimentaire, mais constante. Cependant la première prémolaire est plus simple que ne l'indique Pomel, étant munie sur la seule face externe d'un profond sillon qui partage incomplètement la dent.

Le deuxième genre est le *Titanomys visenoviensis* v. Meyer. Les mandibules de Saint-Gérand sont un peu plus petites que chez l'*Amphilagus*; elles n'ont pas de troisième molaire; l'incisive est plus grêle. Enfin surtout la première prémolaire inférieure montre sur les deux faces un profond sillon, déterminant deux piliers distincts.

Un troisième genre, voisin des précédents, en diffère d'abord par la première prémolaire inférieure à deux piliers principaux réunis par un isthme d'émail, mais précédés d'un troisième pilier arrondi isolé; les deux faces de la couronne montrent donc deux profonds sillons. J'attribue en outre à ces mandibules une dentition supérieure remarquable par ses molaires très étalées au travers, au point de déborder l'os maxillaire à l'extérieur. Cette forme est à rapprocher du *Lagodus Fontannesi* Depéret du Miocène de La Grive-Saint-Alban. Toutefois la diagnose du *Lagodus* de Pomel ne me paraissant pas applicable au Rongeur en question, je propose pour lui le nom de *Piezodus* n. g. en raison de la forme étalée en travers de ses molaires.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sommeil et réveil comparés des feuilles primordiales chez les Haricots greffés et non greffés.* Note [1] de M. **C.-T. Popesco**, transmise par M. P.-A. Dangeard.

Parmi les nombreux problèmes physiologiques posés par la greffe, il y en a un qui n'a jamais encore été jusqu'ici étudié méthodiquement : c'est l'influence exercée par le greffage sur le sommeil et le réveil des feuilles opposées primordiales chez les Haricots greffés, comparés aux francs de pied de même race.

En vue de résoudre cette question, j'ai fait cinq séries d'expériences.

J'ai d'abord recherché si dans les greffes en fente, les feuilles primordiales de l'épibiote et de l'hypobiote se comportaient de la même manière à l'air libre. Le 6 juin dernier, à 16^h, j'ai greffé le Haricot beurre nain du Mont-d'Or sur le Haricot de Soissons à rames, en superposant les feuilles primordiales de l'épibiote à celles de l'hypobiote.

Les greffes, faites en pots, furent placées dans une salle éclairée par une fenêtre ouverte; la température était de 25°. Les limbes des épibiotes commencèrent à s'abaisser 5 minutes après le greffage et prirent la position de sommeil complet à 19^h. Ils restèrent 4 *jours* dans cet état et se réveillèrent le 10 juin à 7^h du matin pour prendre progressivement l'état de veille. Les limbes chez les hypobiotes commencèrent à se replier 30 minutes après l'opération et leur sommeil devint complet à 21^h. Le lendemain à 7^h du matin, je les trouvai à l'état de veille. Donc l'épibiote et l'hypobiote sont influencés inégalement sous ce rapport par le greffage à l'air libre.

De la même façon, j'ai ensuite étudié les mêmes phénomènes chez le Haricot noir de Belgique greffé sur Soissons, en les comparant aux francs de pied de ces deux races. Greffes et témoins, élevés en pots, furent mis, le 22 juin, à 15^h, dans une salle éclairée par deux fenêtres, à la température de 18°. Sur des lames de verre convenablement placées, j'ai pendant cinq jours de suite calqué les positions successives des feuilles primordiales, à l'aide de crayons de couleurs différentes. J'ai constaté que les limbes de l'épibiote noir de Belgique se replièrent 5 minutes après l'opération et sommeillèrent totalement à 20^h, gardant cette dernière position pendant 3 *jours*. Le 25 juin, à 9^{h}25^m, ils se réveillèrent et passèrent progressivement à l'état de veille. L'hypobiote Soissons commença à abaisser ses limbes à 15^{h}40^m; le sommeil fut complet à 20^h; le lendemain à 7^h, je les trouvai à l'état de

(1) Séance du 31 août 1925.

veille. Quant aux témoins, les heures de sommeil et de veille furent différentes; le Soissons commença son repli à $17^h 30^m$ et dormit complètement à 21^h; le noir de Belgique, à $15^h 40^m$ et dormit à 20^h. A 7^h le lendemain, je trouvai les feuilles à l'état de veille.

Dans la troisième série d'expériences, j'ai opéré sur des Haricots venus en pleine terre. J'ai greffé des Monts-d'Or et des Noirs de Belgique sur Soissons; j'ai placé sur les greffes et les témoins de chaque race des verres blancs formant une caisse mal jointe, permettant à l'air de circuler, mais imparfaitement. L'opération fut faite le 7 juillet, à $14^h 15^m$, à une température de 25° et par un vent assez fort. J'ai calqué sur les verres, pendant 4 jours, les directions des feuilles primordiales. Celles-ci, chez les épibiotes, ont encore, presque aussitôt après l'opération, pris la position de sommeil comme précédemment, mais elles se sont réveillées au bout *d'un jour et demi* environ, à des heures différentes suivant les races. Chez les hypobiotes, elles ont effectué leurs mouvements presque comme chez les témoins en présentant avec ceux-ci des différences légères plus ou moins marquées suivant les journées.

J'ai cherché dans une autre série d'expériences faite du 8 au 11 juillet, l'influence de l'atmosphère confinée sur les mouvements de veille et de sommeil. J'ai placé sur des Haricots Noirs de Belgique greffés sur Soissons et les témoins correspondants élevés en pleine terre, des cloches de verre recouvertes de papier gris. La température était de 25° à l'extérieur, le sol était maintenu humide par des arrosages appropriés et l'air intérieur de chaque cloche était humidifié par la transpiration des plantes qu'elle recouvrait. Dans ces conditions, les épibiotes Noirs de Belgique passèrent rapidement à l'état de sommeil comme précédemment, mais *ils se réveillèrent beaucoup plus vite*. L'hypobiote et les témoins présentèrent des variations moins sensibles.

Enfin, dans la cinquième série de recherches, faites du 14 au 18 juillet, j'opérai sur des échantillons plus nombreux, au nombre de 20 dans chaque essai, et appartenant aux trois races Mont-d'Or, Noir de Belgique et Soissons, que je greffai sur eux-mêmes pour voir la part des blessures dans les résultats morbides constatés dans les expériences précédentes.

Une autogreffe, accompagnée des deux témoins correspondants, fut mise sous une cloche, contenant de l'air ambiant; une autre semblable avec ses témoins fut mise dans un air artificiellement saturé. Chaque cloche était blanchie, sauf une partie qui laissait passer librement la lumière, de façon à me permettre de calquer les dispositions successives des feuilles primordiales des divers échantillons au cours de l'expérience.

J'ai constaté que les feuilles primordiales, tant chez les greffes que chez les témoins, passaient à l'état de veille et de sommeil à des heures plus ou moins différentes suivant l'état hygrométrique de l'air confiné que contenaient les cloches, que le réveil se fait de *très bonne heure*, un peu après minuit, mais à des heures différentes suivant les races; il est donc *d'ordre spécifique*, et il en est de même pour le sommeil.

Les mouvements de veille et de sommeil ne sont pas toujours *continus* et *réguliers;* une feuille primordiale peut, suivant les jours considérés, se trouver à des heures différentes dans une position déterminée, y rester pendant deux ou trois heures et continuer ensuite sa marche, quel que soit le sens de celle-ci.

L'apparition des mouvements de veille et de sommeil est influencée chez les Haricots par les capacités fonctionnelles des diverses races, la teneur en eau de leurs tissus, et surtout par les états biologiques différents dans lesquels se trouvent l'épibiote et l'hypobiote. Le premier, en effet, ayant perdu la totalité de l'appareil absorbant, est exposé à périr desséché quand on l'abandonne à l'air libre; l'hypobiote, qui a gardé son racinage intact, conserve naturellement la turgescence de ses tissus et rétablit plus vite ses mouvements dont le mécanisme a été déséquilibré par la section de l'axe et par les phénomènes accompagnant la cicatrisation des tissus.

PHYSIOLOGIE. — *Extrait pancréatique de l'*Acanthias vulgaris; *son action comparée à celle de l'insuline du bœuf.* Note [1] de M. **E. Ducloux** et Mlle **G. Cordier**, transmise par M. E. Leclainche.

Des recherches sur les sécrétions endocrines et plus particulièrement l'étude de l'insuline nous ont amené à envisager une question de physiologie comparée : la sécrétion endocrine pancréatique d'un genre animal g appartenant à une classe C peut-elle produire, sur des animaux d'un genre g' d'une classe c' (du même embranchement que c), l'effet qu'elle produit sur les organismes d'où nous l'extrayons?

En nous basant sur des manipulations faites sur l'*Acanthias vulgaris* pour la préparation de différents milieux et sur notre connaissance de la structure massive du pancréas de ce sélacien, nous avons recherché la valeur de son extrait pancréatique pour des mammifères.

Nous rappellerons que le pancréas de ce poisson, de couleur rosée, est constitué par deux lobes, l'un étalé en feuille, l'autre en languette allongée,

(1) Séance du 17 août 1925.

à section triangulaire, les deux lobes étant réunis par un mince pédoncule. Ce dernier contourne le coude de séparation de l'estomac et de l'intestin, de sorte que la partie en feuille est située dans le voisinage de l'estomac, tandis que l'autre est sensiblement parallèle à l'intestin.

Sur les *Acanthias* qui mesurent de 1^{m} à $1^{m},10$ de long, le poids du pancréas varie de 20 à 25^{g} et nous avons assez souvent observé que cet organe est un peu plus volumineux chez les femelles que chez les mâles.

Au point de vue histologique, on retrouve la structure classique des acini, avec îlots de Langerhans, certains plus volumineux que ceux observés sur quelques types de mammifères; l'ensemble des acini et des îlots est bien vascularisé. Sur une préparation, nous avons pu suivre le passage d'un groupe de cellules exocrines à la forme endocrine.

Nos prélèvements s'effectuaient en moyenne deux fois par mois depuis fin janvier, et les organes étaient aussitôt traités en vue de l'extraction de l'insuline. Nous utilisions chaque fois la technique simplifiée de Boivin, Oddo, Chosson (1) et le produit obtenu était alors essayé sur un lot de cobayes ou de lapins.

L'action de ces extraits successifs s'est montrée sensiblement la même dans les divers essais entrepris comparativement avec l'insuline Byla. Nos animaux étaient à jeun depuis 20 heures lorsqu'ils recevaient l'injection d'insuline, et le sucre sanguin était dosé d'après la microméthode de Fontès et Thiniolle (2).

Au début de nos expériences nous avons injecté, sous la peau, à des cobayes de poids sensiblement égaux (320 à 340^{g}), 1^{cm^3} de la solution d'insuline diluée une fois et demie comme l'insuline de la technique Oddo. A la suite des résultats obtenus, nous avons essayé d'injecter des quantités d'insuline proportionnelles au poids des animaux, à raison de 1^{cm^3} par kilogramme en même temps que nous cherchions à établir une corrélation entre l'hypoglycémie et les doses croissantes d'insuline pour les mêmes poids d'animaux. L'insuline Byla a toujours été utilisée en tenant compte de la valeur de l'unité physiologique. Pour terminer, nous avons essayé l'effet intracardiaque comparatif des deux sortes d'insulines. Voici quelques résultats des variations de l'hypoglycémie (car toujours nous avons eu baisse de sucre), dont le pourcentage a varié dans les limites extrêmes de 18,9 à 90 pour 100, ce qui représente une baisse moyenne de 54 à 55 pour 100.

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 90, n° 12, 1924, p. 853.
(2) *C. R. Soc. Biol.*, 1921, 86, n° 13, p. 669; 1924, 90, n° 9, p. 638.

Poids des animaux. (gr.)	Injection sous-cutanée. Insuline de l'*Acanthias* (cm³).	Insuline Byla.	Hypoglycémie 3 heures après l'injection (pour 100).
		Cobayes.	
340...	1	"	28
332...	1	"	43
315...	1	"	60
322...	1	"	36,5
349...	0,35	"	35
382...	0,4	"	30
385...	0,4	"	90
235...	"	1/4 unité physiologique	39
340...	"	1/3 »	36
545...	"	1/2 »	38,4
		Lapins.	
1170...	1,2	"	50
1416...	1,4	"	18,9
1285...	1,3	"	50
		Cobayes.	
340...	2	"	24,9
338...	2	"	31
		Lapins.	
	Injection intracardiaque. Ac.	Byla.	
810...	0,8	"	43,83
950...	0,95	"	30
900...	0,9	"	45
1010...	"	1 unité physiologique	32,6
1125...	"	1 unité 1/8	53,9
		Cobayes témoins.	
320...	"	"	taux invariable
315...	"	"	hypoglycémie = 5 %
292...	"	"	hyperglycémie = 5,5 %

En résumé, nous pouvons affirmer l'action hypoglycémiante de l'extrait pancréatique de l'*Acanthias vulgaris* pour le cobaye et pour le lapin en remarquant : 1° qu'il n'existe aucune proportionnalité entre la quantité d'insuline injectée et le poids des animaux; 2° qu'il n'en existe pas non plus entre les quantités injectées pour un même poids d'animal; 3° que la baisse de sucre est sensiblement plus marquée dans le cas des injections intracardiaques.

La séance est levée à $15^h 15^m$.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 SEPTEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE ROUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un dispositif* modulomètre *utilisable pour le contrôle des émissions radiotélégraphiques*. Note [1] de M. **André Blondel.**

On a souvent besoin, dans les postes émetteurs de Télégraphie sans fil ou de Téléphonie sans fil, de mesurer l'efficacité de la modulation de fréquence acoustique. Nous supposerons la modulation sinusoïdale.

Soient ω la vitesse de pulsation des oscillations de haute fréquence, β la vitesse de pulsation de la modulation de basse fréquence supposée sinusoïdale ; A et B deux constantes, φ un angle de phase ; les ondes émises présentent en général la loi de variation suivante en fonction du temps :

$$y = \sin \cot[A + B \sin(\beta + \varphi)].$$

On appellera degré de modulation le rapport $\mu = \frac{A}{B}$.

On peut déterminer constamment ce rapport par le procédé suivant :

On constitue sur une planchette un petit ensemble comprenant, comme l'indique la figure, une triode Z, avec son circuit de chauffage réglable par rhéostat R et voltmètre V ; un milliampèremètre A_d à courant continu du genre d'Arsonval ; un milliampèremètre thermique A_t sensible (par exemple à thermo-élément) ; la batterie de plaques ordinaires B ; une petite batterie de grille B_g, un potentiomètre r permettent de régler avec précision le potentiel de grille, qui doit être rendu convenablement négatif.

---

[1] Séance du 24 août 1925.

On peut d'ailleurs, si l'on dispose d'un oscillographe, brancher son circuit en série dans le circuit de plaque et mesurer A et B sur la courbe de courant obtenue. Mais il est plus simple de recourir, comme ci-dessus, à l'emploi de milliampèremètres.

On fait agir sur la grille la force électromotrice de la self d'antenne, ou

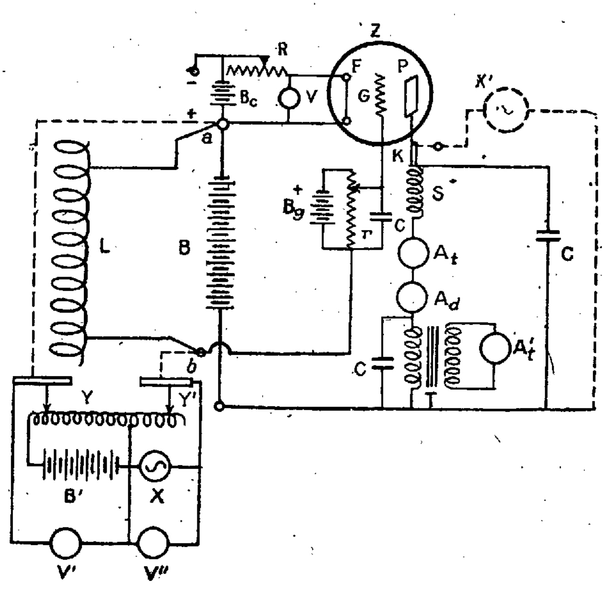


Schéma du dispositif et du procédé pour l'étalonner. Z, triode réglée en soupape de redressement; L, self du poste étudié; S, bobine d'arrêt; B, batteries; C, condensateurs de $0^{\mu F},002$ environ; X ou X', alternateur; T, transformateur de mesure; A_d, milliampèremètre à courant continu; A_t ou A'_t, milliampèremètres thermiques; r, Y, Y', potentiomètres; V, V', V'', voltmètres.

du circuit excitateur d'antenne, du poste à étudier, en reliant les bornes *a* et *b* à deux points de cette self ou à une bobine couplée inductivement avec elle. Il faut avoir soin que les variations du potentiel de grille qui en résulteront ne dépassent pas dans le sens positif le point de la caractéristique de plaque (en fonction du potentiel de grille) où commence le coude de la saturation.

Les oscillations électriques transmises de L à la grille provoquent dans le circuit de plaque des courants redressés, car les alternances positives passent dans le sens plaque-filament pendant les alternances où la grille est positive; et les alternances opposées sont arrêtées.

Pour éliminer la haute fréquence du circuit de mesure, on ajoute un condensateur de faible capacité C entre la plaque et le pôle positif de la batterie,

et l'on intercale en S une bobine d'arrêt, qui laisse passer seulement les courants de basse fréquence. Dans ces conditions l'ampèremètre A_d mesure l'amplitude du courant redressé moyen I_m de la plaque, représentée plus haut par A, tandis que l'ampèremètre thermique A_t mesure l'amplitude efficace du courant total $I_t = \sqrt{A^2 + \frac{B^2}{2}}$, valeur obtenue en formant l'intégrale de $(A + B\sin\omega t)^2$ pendant une alternance de la pulsation β.

Les ampèremètres ayant été étalonnés de façon que leurs lectures concordent en courant continu, on déduit de ces deux lectures A et B, et par suite le degré cherché de modulation

$$\mu = \frac{B}{A} = \frac{\sqrt{2 I_t^2 - A^2}}{A}.$$

Mais quand le rapport $\frac{B}{A}$ est faible, le numérateur n'est pas obtenu avec beaucoup de précision; mieux vaut donc mesurer $\frac{B}{\sqrt{2}}$ directement au moyen d'un petit transformateur série T, à fuites minima, et dont le primaire est intercalé dans le circuit de plaque, tandis que le secondaire est fermé en court circuit sur le milliampèremètre thermique de faible résistance A'_t.

Pour étalonner A'_t avec son transformateur, il suffit de détacher de la plaque par le commutateur K le circuit A_t A_d et de le relier directement à un alternateur X' de pulsation β, comme le montre le tracé en pointillé. En comparant les indications des deux ampèremètres thermiques A_t et A'_t, on réalise l'étalonnage de l'ampèremètre A'_t, et A_t est ensuite inutile; on lira A sur A_d et $\frac{B}{\sqrt{2}}$ sur A'_t.

Les deux ampèremètres pourront même être réunis, comme on sait le faire, en un seul appareil portant une échelle qui donne les valeurs de $\frac{B}{A}$.

Ce même appareil peut mesurer le degré de modulation d'un microphone, en supprimant la bobine d'arrêt S qui devient alors inutile.

Dans ces mesures la modulation sinusoïdale doit être produite par une source de courant alternatif sinusoïdale (alternateur hétérodyne, etc.), afin que la mesure ait une signification précise. Il est bon d'employer comme triode une lampe amplificatrice de puissance, ayant une caractéristique rectiligne étendue, et d'en utiliser la plus grande longueur possible, afin de réduire au minimum l'erreur provenant de la petite partie inférieure courbe. A cet égard, le *redressement* des ondes employé donne une mesure beaucoup mieux définie que celle qu'on pourrait obtenir par une

détection obtenue à l'aide d'une lampe détectrice, dont le fonctionnement est au contraire limité à la partie courbe inférieure de la caractéristique.

Enfin, tout en donnant à la force électromotrice appliquée à la grille une valeur aussi élevée que possible, on doit la limiter de façon que l'intensité maxima du courant de plaque (A + B) ne dépasse pas la partie droite.

Cette limite d'intensité A + B peut être déterminée d'ailleurs au moment de l'étalonnage, et il n'y a plus qu'à chercher à s'en rapprocher pour le réglage de la force électromotrice appliquée entre *a* et *b*.

On règle le potentiomètre de la grille, en mettant les bornes *a* et *b* en court circuit, et en amenant à zéro ([1]) les indications des ampèremètres A_t et A_d. La lampe Z peut ensuite fonctionner en valve de redressement, une fois rompue la liaison entre *a* et *b*.

On peut étalonner ou vérifier le modulomètre empiriquement en reliant ses bornes d'entrée *a b* non plus à la self L, mais aux curseurs de deux potentiomètres Y et Y′, reliés en série et alimentés respectivement par une batterie B′ et un alternateur X. On applique ainsi à la grille une force électromotrice modulée et l'on fait varier à volonté le degré de modulation au moyen des deux potentiomètres; les tensions A et B prises sur les curseurs de ces derniers sont lues au moyen de voltmètres appropriés V′ et V″.

On pourrait étendre l'application du modulomètre à la mesure des forces électromotrices modulées très faibles, en amplifiant celles-ci préalablement par un amplificateur à triodes à courant continu, notamment à celui que j'ai étudié et décrit ici en 1920 avec la collaboration de M. Touly et qui donne des amplifications proportionnelles; c'est une condition nécessaire pour que l'emploi de cet appareil soit légitime.

Remarque I. — Quand les lampes d'émission du poste ont leurs plaques alimentées par un circuit de charge protégé déjà par une bobine d'arrêt, on peut intercaler en série entre cette bobine d'arrêt et les organes d'alimentation de basse fréquence le milliampèremètre de d'Arsonval et le primaire du petit transformateur de mesure alimentant le milliampèremètre thermique, et ainsi connaître directement les amplitudes du courant continu et du courant alternatif fourni à la plaque; le rapport mesure le degré de modulation.

Remarque II. — Les formules qui définissent plus haut ce degré en

([1]) En réalité, si l'on utilise toute la partie rectiligne de la caractéristique, comme cela est désirable, il est plus rationnel de régler le potentiel de grille au point où cette partie rectiligne prolongée coupe l'axe des potentiels de grille; mais alors le courant minimum est un peu supérieur à zéro et doit faire l'objet d'une légère correction.

fonction de A et B ne sont légitimes que si la modulation ne rend pas le potentiel de plaque négatif, c'est-à-dire tant que $B \leq A$. Dès que $B > A$, il se produit des coupures dans l'émission et le son reçu à la réception n'est plus sinusoïdal pur, mais accompagné d'harmoniques. Ce cas extrême se présente lorsque les plaques sont alimentées directement par du courant alternatif. La formule de μ donnerait alors $\mu = \infty$, tandis que les appareils de mesure donneront $\mu = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$, rapport du courant efficace au courant moyen.

On peut dans tous les cas continuer à définir μ empiriquement par les dits appareils, mais en ayant soin de mettre le circuit secondaire du transformateur en résonance sur la fréquence de l'harmonique fondamental employé par addition d'un condensateur, et éventuellement d'une self-induction, en série avec l'ampèremètre thermique, dont on réduira le plus possible la résistance propre.

CORRESPONDANCE.

L'Académie polonaise des Sciences et des Lettres fait part du décès de son Président, M. *Casimir Morawski*, survenu à Cracovie le 25 août 1925.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les variétés algébriques à trois dimensions dont les genres satisfont à l'inégalité* $P_g \leq 3(p_g - p_a - 3)$. Note (¹) de M. **Alfred Rosenblatt**.

1. Nous envisagerons une variété algébrique V_3 dont les genres satisfont à l'inégalité

$$P_g \leq 3(p_g - p_a - 3) \tag{1}$$

en renvoyant, quant aux notations employées, à notre précédente Note (²). Nous supposerons cette fois que la variété possède un faisceau $|F|$ de sur-

(¹) Séance du 24 août 1925.

(²) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 2222.

faces algébriques de genre 2, dont les intégrales de M. Picard sont u_0 et u_1. Nous avons donc

(2) $$\delta \geqq \binom{r+1}{3} - 3(r-2),$$

$r+1 = p_g - p_a$, équations de complexes linéaires

(3) $$\sum_{i<j<k}^{r} a_{ijk}^{\nu} X_{ijk} = 0 \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, \delta).$$

Donc on a

(4) $$\delta' \geqq 2\binom{r-1}{2} - 3(r-2) = (r-2)(r-4) = p,$$

équations de complexes

(5) $$\sum_{\substack{i=0,1\\ j,k\geqq 2}} a_{ijk}^{\nu} X_{ijk} = 0 \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, \delta'),$$

$p > 0$, si $r > 4$.

Choisissant u_0 comme variable indépendante x_0, on a les équations

(6) $$\sum_{j,k=2}^{r} \frac{D(u_j, u_k)}{D(x_1, x_2)} \sum_{i}^{0,1} \frac{\partial u_i}{\partial u_0} a_{ijk}^{\nu} = 0 \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, \delta').$$

On établit facilement que le rang de la matrice

(7) $$M = \left| \sum_{i=0,1} \frac{\partial u_i}{\partial u_0} a_{ijk}^{\nu} \right|, \qquad \begin{matrix} j, k \geqq 2, \\ \nu = 1, 2, \ldots, \delta' \end{matrix}$$

est *au moins* égal à ϖ, ϖ étant l'entier égal ou immédiatement supérieur à $\frac{p}{2}$. On a l'inégalité toujours valable

(8) $$\varpi \geqq \binom{r-1}{2} - 2(r-3).$$

2. Les intégrales $u_2, \ldots, u_r$ sont des intégrales de première espèce de M. Picard d'une surface F. Or on a le *théorème de M. Comessatti* (¹) :

Si les intégrales $u_i (i = 2, \ldots, r)$ satisfont à ϖ équations de complexes, ϖ satisfaisant à l'inégalité (8), alors on a un des trois cas suivants :

(¹) *Intorno alle superficie algebriche irregolari con* $p_g \geqq 2(p_a + 2)$. (*Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, 36, 1913, p. 223).

1° La surface F possède un faisceau de courbes C algébriques de genre $\geqq r-1$.

2° Le genre du faisceau est $r-2$.

3° Le genre du faisceau est $r-3$, et il y a un second faisceau de courbes Γ de genre $\geqq 2$. Ce cas est exclu, si l'on a dans (8) le signe d'inégalité ou bien si $\nu = 6$.

On en déduit le théorème :

Théorème I. — Une variété V_3 qui satisfait à l'inégalité (1) et qui possède un faisceau de genre deux $\{F\}$ de surfaces algébriques, possède en conséquence, si l'on $r > 4$:

1° Une congruence $\{C\}$ algébrique de courbes algébriques d'irrégularité $r+1$, dont sont composées les F.

2° Une pareille congruence d'irrégularité r et un faisceau elliptique Φ de surfaces algébriques, donc une autre congruence d'irrégularité 3.

3° Deux congruences $\{C\}$ et $\{\Gamma\}$ de courbes d'irrégularités $r-1$ et 4 dont sont composées les F, ce cas étant 3, exclu si $r \geqq 6$.

3. Soit maintenant $r=4$. Il y a au moins une équation de complexe

$$\sum_{j,k=2}^{r} \frac{D(u_j, u_k)}{D(x_1, x_2)} \sum_{i=0,1} \frac{\partial u_i}{\partial u_0} a_{ijk} + a_{r-2,r-1,r} X_{r-2,r-1,r} = 0. \tag{9}$$

Introduisons les intégrales de M. Picard

$$\left\{ \begin{aligned} v_{r-2} &= a_{r-2,r-1,r} u_{r-2} + \sum_0^1 a_{ir-1r} u_i, \\ v_{r-1} &= a_{r-2,r-1,r} u_{r-1} + \sum_0^1 a_{irr-2} u_i, \\ v_r &= a_{r-2,r-1,r} u_r + \sum_0^1 a_{ir-1r} u_i. \end{aligned} \right. \tag{10}$$

On a alors

$$\frac{D(v_{r-2}, v_{k-1}, v_r)}{D(u_0, x_1, x_2)} = 0. \tag{11}$$

Donc il y a une congruence $\{C\}$ d'irrégularité $\geqq 3$, ou un nouveau faisceau $\{\Phi\}$ de surfaces de genre $\geqq 2$. On a donc le théorème.

Théorème II. — Une variété V_3 d'irrégularité 5 qui satisfait aux conditions du théorème I possède une congruence d'irrégularité $\geqq 3$ de courbes C ou bien un nouveau faisceau $\{\Phi\}$ de surfaces de genre $\geqq 2$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Quelques propriétés des fonctions méromorphes dans un angle donné.* Note [1] de M. **Rolf Nevanlinna**, présentée par M. Émile Borel.

1. Soit $f(x)$ une fonction méromorphe d'ordre fini de la variable $x = re^{i\varphi}$ et désignons par $r_\nu(z)e^{i\varphi_\nu(z)}$ $(\nu = 1, 2, \ldots)$ les racines de l'équation $f(x) = z$, z ayant une valeur finie ou infinie. On a d'abord ce théorème :

I. *Soit α l'angle défini par les inégalités $0 \leqq \varphi \leqq \frac{\pi}{k}$; si les expressions*

$$\sum_{(\alpha)} \frac{\sin k\varphi_\nu(z)}{[r_\nu(z)]^k} \tag{1}$$

et

$$\left\{ \begin{array}{l} \displaystyle\int^{\infty} \left(\overset{+}{\log} \left| \frac{1}{f(r) - z} \right| + \overset{+}{\log} \left| \frac{1}{f\left(re^{\frac{i\pi}{k}}\right) - z} \right| \right) \frac{dr}{r^{k+1}}, \\ \displaystyle\varlimsup_{r=\infty} \frac{1}{r^k} \int_0^{\frac{\pi}{k}} \overset{+}{\log} \left| \frac{1}{f(re^{i\varphi}) - z} \right| \sin k\varphi \, d\varphi \end{array} \right. \tag{2}$$

sont, toutes les trois, finies pour une valeur donnée de z, elles seront finies pour toute valeur de z.

La somme (1) est étendue aux racines de $f = z$ comprises dans l'angle α; dans les intégrales (2) on doit remplacer $f - z$ par $\frac{1}{f}$, si $z = \infty$.

Nous signalerons encore le théorème suivant, qui sert à compléter et à préciser certains résultats établis par M. Bieberbach [2] et par nous [3] :

II. *Si la série* (1) *converge pour trois valeurs différentes de z, elle restera finie, ainsi que les expressions* (2), *pour toute valeur de z.*

Si, en particulier, la fonction $f(x)$ est régulière dans l'angle α, on peut démontrer que la limite

$$\varlimsup_{r=\infty} \frac{\log M_\beta(r)}{r^k}$$

est finie, $M_\beta(r)$ désignant le maximum de $|f|$ sur l'arc du cercle $|x| = r$ compris dans une portion intérieure β de l'angle α.

---

(1) Séance du 17 août 1925.

(2) L. Bieberbach, *Ueber eine Vertiefung des Picardschen Satzes bei ganzen Funktionen endlicher Ordnung* (*Math. Zeitschrift*, 3, 1919, p. 175-190).

(3) R. Nevanlinna, *Untersuchungen über den Picardschen Satz* (*Acta Soc. sc. Fennicae*, 50, n° 6, 1924, p. 1-42).

En combinant ce théorème avec certains autres annoncés par nous dans une Note antérieure [1], on arrive à des résultats assez précis relatifs à la distribution des arguments des racines de $f(x) = z$. On aura, par exemple, cette proposition :

III. *Soit $f(x)$ une fonction méromorphe d'ordre q telle que la série*

$$\sum \left[\frac{1}{r_\nu(z)}\right]^q$$

converge pour deux valeurs distinctes a et b de z. S'il existe une *valeur $z = c$ pour laquelle cette série est divergente, tandis que la série*

$$\sum \frac{|\sin q\, \varphi_\nu(z)|}{[r_\nu(z)]^q}$$

converge, il en sera de même pour toute valeur $z \neq a, b$.

Les racines de $f(x) = z$ seront donc situées principalement dans le voisinage des droites $\sin q\varphi = 0$.

2. D'autres propriétés des fonctions méromorphes dans un angle donné se déduisent du théorème suivant :

IV. *Soient $f(x)$ une fonction qui est méromorphe pour $0 \leqq \varphi \leqq \pi$, $a_\nu = |a_\nu| e^{i\alpha_\nu}$ et $b_\nu = |b_\nu| e^{i\beta_\nu}$ ses zéros et ses pôles situés au-dessus de l'axe réel, et enfin*

$$M_1(r) = \max. |f(x)| \quad \text{pour} \quad |x| = r, \quad 0 \leqq \varphi \leqq \pi.$$

Si l'intégrale $\int^\infty \frac{\overset{+}{\log} M_1(r)}{r^{q+2}} dr$ et la série $\sum^\infty \frac{\sin \beta_\nu}{|b_\nu|^{q+1}}$ convergent toutes les deux pour une valeur entière de q, on aura en tout point x situé au-dessus de l'axe réel

$$f(x) = f_0(x) \frac{\prod^\infty D_q(x, a_\nu)}{\prod^\infty D_q(x, b_\nu)} e^{i P_k(x) + \frac{1}{\pi i}\int_{|t|>\rho_0} \log |f(t)| \left(\frac{x}{t}\right)^{q+1} \frac{|dt|}{t-x}}, \tag{3}$$

où $f_0(x)$ désigne une fonction qui est régulière en dehors du cercle

$$|x| = \rho_0 > 0,$$

P_k *un polynome de degré $k \leqq q$ à coefficients réels et $D_q(x, a)$ le quotient*

$$D_q(x, a) = \frac{E\left(\frac{x}{a}, q\right)}{E\left(\frac{x}{\bar{a}}, q\right)},$$

[1] *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 367.

$E(u, q)$ *étant le facteur primaire de Weierstrass et* $\bar{a}$ *le conjugué du nombre* a.

Soient maintenant $f(x)$ une fonction entière d'ordre fini q, $M(r)$ son module maximum et $M_\alpha(r)$ le maximum de $|f(x)|$ sur l'arc du cercle $|x| = r$ compris dans un angle donné α. On connaît des fonctions pour lesquelles il existe un angle α d'ouverture $\pi\left(2 - \frac{1}{q}\right)$ tel que $M_\alpha(r)$ soit borné. Le théorème suivant, que l'on peut établir à l'aide de (3), montre que (pour $q > 1$) cela ne peut plus arriver lorsque la fonction admet une *valeur exceptionnelle* finie.

V. *S'il existe une valeur finie* z, *telle que la série* $\sum\left(\frac{1}{r_\nu(z)}\right)^q$ *soit convergente tandis que l'intégrale* $\int^\infty \frac{\log M(r)}{r^{q+1}} dr$ *diverge, l'intégrale* $\int^\infty \frac{\overset{+}{\log} M_\alpha(r)}{r^{q+1}} dr$ *sera divergente pour tout angle* $\alpha > \frac{\pi}{q}$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'anomalie de dilatation des verres. Cas de l'anhydride borique.* Note (¹) de M. **Michel Samsoën**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Au cours de recherches systématiques sur les propriétés des verres, notre attention a été spécialement attirée sur l'anomalie de dilatation déjà signalée par divers auteurs (Putenpoll, Eckert, Lebedeff, Peters et Cragoë, Lafon) [2].

Nous avons étudié cette anomalie pour des verres de compositions variées : phosphates, silicates, silico-borates, borates et anhydride borique. Dans tous les cas, le commencement de cette anomalie précède d'une trentaine de degrés la température pour laquelle l'échantillon cesse de pouvoir supporter une pression de quelques centaines de grammes par centimètre carré.

On a parfois cherché à rattacher cette anomalie à une transformation

(¹) Séance du 3 août 1925.

(²) Putenpoll, *Expansion of Glass* (*Chem. and Metal. Eng.*, 23, 1920, p. 876). — Peters et Cragoë, *J. of the Opt. Soc. of America*, 5, 1920, p. 105. — Lebedeff, *Polymorphisme du verre* (*Trans. Opt. Inst. Petrograd*, 22, 1921). — Lafon, *Anomalies dans la dilatation du verre* (*Comptes rendus*, 175, 1922, p. 955). — Eckert, *Jahrbuch für Radioaktivität und Electronik*, 20, 1923, p. 153.

allotropique semblable à celle que présente le soufre fondu. Il est cependant difficile d'admettre que tous les corps vitreux présentent la même transformation chimique et le font au même degré de ramollissement du verre. Il semble plutôt qu'il s'agisse là d'un phénomène physique sous la seule dépendance de la viscosité.

Pour étudier ce phénomène nous avons choisi l'anhydride borique en raison de la température relativement basse, 245°, à laquelle se produit l'anomalie.

Les mesures faites au dilatomètre Chevenard ont donné les résultats suivants :

Température.	Coefficient de dilatation apparent $\times 10^6$.	Coefficient de dilatation du baros $\times 10^6$.	Coefficient de dilatation vrai de $B^2O^3 \times 10^6$.
100°	1,16	13,34	14,50
200	1,18	14,15	15,33
250	164,11	14,79	178,90

Au-dessous de 200° le coefficient de dilatation est régulier et sa valeur se confond, aux erreurs expérimentales près, avec les résultats des mesures antérieurement faites.

Au-dessus de 200° ce coefficient commence à croître, faiblement d'abord, puis plus rapidement à partir de 240°, pour atteindre à 250° une valeur au moins dix fois plus grande qu'aux basses températures.

Pour étudier plus complètement le phénomène, nous avons enfermé dans un réservoir thermométrique un échantillon de B^2O^3 avec du mercure.

On a pu suivre ainsi la dilatation de ce système complexe jusqu'au point d'ébullition du mercure : 360°. On mesurait avec un cathétomètre le déplacement du ménisque de mercure dans le tube étroit soudé au réservoir. En tenant compte des dilatations du mercure et de l'enveloppe en verre et faisant la correction pour la colonne froide sortant du four, on avait tous les éléments pour calculer la dilatation de l'anhydride borique.

Nous avons obtenu ainsi les nombres suivants dans une expérience où le poids de B^2O^3 était $3^g,786$; celui du mercure de $96^g,650$:

Température.	Hauteur de la colonne de mercure.	Dilatation cubique totale de $B^2O^3 \times 10^6$.	Dilatation linéaire $\times 10^6$.
10°	133mm,8	43,20	14,40
100	159,0	43,50	14,50
200	182,5	46,00	15,3
245	193,68	57,1	19
250	195,50	615,2	205
334	239,90	630,1	210,0

Les mesures faites au refroidissement et à l'échauffement concordent entre elles à 1mm,5 près.

On déduit de ces mesures pour le coefficient de dilatation linéaire de l'anhydride borique les valeurs suivantes :

Au-dessous de 240° .... $< 15.10^{-6}$
Au-dessus de 250° .... $>200.10^{-6}$

Pour vérifier si le coefficient de dilatation conserve aux températures élevées la valeur considérable qu'il prend vers 250° nous avons fait l'expérience suivante : On a chauffé à 1100° un creuset de platine renfermant 8cm³,2 d'anhydride borique et une fois la fusion tranquille obtenue on a plongé la partie inférieure du creuset dans l'eau. La solidification brusque du corps liquide dessine un anneau contre la paroi intérieure du creuset, après refroidissement. On a pesé le poids d'acide sulfurique remplissant le cratère ainsi formé, et prenant comme intervalle de température l'écart entre 1100 et 250°, point de solidification complète de la masse. On trouve un coefficient de dilatation linéaire de 200.10^6, c'est-à-dire identique aux erreurs expérimentales près à celui qui a été mesuré à 300°.

L'anomalie de dilatation de l'anhydride borique, et sans doute aussi celle de tous les verres, consiste donc essentiellement en un changement brusque du coefficient de dilatation, sans changement appréciable des dimensions au point de passage.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Greffes de Douce-Amère sur racines de Belladone.* Note [1] de MM. **L. Daniel** et **E. Potel**, transmise par M. P.-A. Dangeard.

En 1921, Jean Ripert a étudié les variations des alcaloïdes chez des greffes de l'année faites entre de jeunes tiges de Douce-Amère et des racines de Belladone choisies aussi semblables que possible. Il a constaté une diminution légère de l'atropine de la racine et un passage de cette substance dans la Douce-Amère. L'année suivante, ces résultats s'accentuèrent. Tandis que le témoin contenait 0,256 pour 100 d'atropine, les racines greffées en possédaient 0,218 en 1921 et 0,168 en 1922. La Douce-Amère avait acquis 0,016 pour 100 d'atropine en 1921 et 0,061 en 1922.

Nous avons continué et étendu ces recherches au cours de 1925, sur des greffes âgées de 4 et 5 ans. La première série d'analyses a été faite au début de la reprise de la végétation, la seconde au moment de la maturation des fruits de l'épibiote.

PREMIÈRE SÉRIE. — *Analyses faites au début de mars.*

Éléments.	Racine de Belladone témoin.	 greffée.
Eau	78	91
Matière sèche totale	22	9
Cendres	1,3	0,95
Cellulose	4,1	1,4
Alcaloïdes	0,284	0,08

DEUXIÈME SÉRIE. — *Analyses faites en août.*

Éléments.	Racine de Belladone greffée. Partie âgée de 5 ans.	 Partie jeune.	Douce-Amère greffée. Partie âgée de 5 ans	 Partie âgée de 1 an.	Douce-Amère témoin. Partie âgée de 1 an.
Eau	89	90	78	80	85
Matière sèche totale	11	10	22	20	15
Cendres	1,2	1,1	1,8	1,2	1,6
Cellulose	1,6	1,2	10,3	9,6	6,9
Alcaloïdes	0,36	0,038	0,029	0,009	0

(1) Séance du 7 septembre 1925.

Les chiffres de ces tableaux font ressortir que :

1° Chez la racine de Belladone greffée avec la Douce-Amère, l'eau de constitution a augmenté, ce qui a provoqué une réduction de moitié environ de la matière sèche totale. La proportion des cendres s'est légèrement abaissée; la réduction de la cellulose a été considérable ainsi que celle de la teneur en atropine. Nous avons en outre constaté un passage très net de la solanine de la Douce-Amère dans la racine de la Belladone.

2° Chez la Douce-Amère comparée au témoin, il y a diminution de l'eau de constitution qui a produit une augmentation de la matière sèche totale coïncidant anormalement avec une diminution de la teneur en cendres. Il y a eu une augmentation importante de la cellulose qui correspond à un développement plus grand des bois et à leur lignification plus accentuée. Enfin, il y a eu un passage très net d'atropine, en quantité dosable, de la racide de Belladone dans la tige de Douce-Amère; les proportions de cette substance vont en diminuant au fur et à mesure qu'on s'éloigne du bourrelet d'union.

PHONÉTIQUE GÉNÉRALE. — *Principes d'éducation vocale par la réalisation de l'accord vocal.* Note (¹) de MM. **Alfred Labriet** et **Raoul Husson**, présentée par M. G. Urbain.

I. Le principe de l'éducation vocale doit être la recherche de l'utilisation maximum des ressources sonores de l'organe, compatible avec sa structure, de façon à soulager l'acte laryngien d'émission. On l'obtient en recherchant l'accord vocal. Cette éducation comprend quatre problèmes.

1° *Faire naître* l'accord vocal. On y parvient en imposant à l'organe un mécanisme vocal approprié (²).

2° *Apprécier* l'accord vocal.

3° *Corriger* ou *améliorer* l'accord vocal. On résout ces deux problèmes par une méthode auriculaire qui va être exposée.

4° *Stabiliser* l'accord vocal. Ce résultat est obtenu par des exercices vocaux appropriés.

II. Les voyelles se différencient entre elles par certains harmoniques

(¹) Séance du 31 août 1925.

(²) Voir *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1680.

intenses, dits *caractéristiques* de chaque voyelle, soit intenses dans le son laryngien, soit renforcés par le résonateur normal (1). Il est loisible de distinguer les *voyelles graves*, dont les harmoniques caractéristiques sont en majeure partie graves, et les *voyelles aiguës*, dont les harmoniques caractéristiques sont en majeure partie aigus.

III. L'acte musculaire essentiel qui réalise l'accord vocal consiste à retarder ou à activer l'ascension du larynx dans l'émission.

Pour les voyelles aiguës, dépourvves d'harmoniques graves suffisants, à un amincissement progressif des cordes vocales dans l'aigu correspond une ascension trop rapide du larynx amenant une diminution de l'étendue vocale, une émission pénible et stridente. Il faut alors rechercher des harmoniques graves pour retarder l'ascension du larynx, agrandir le résonateur, et ainsi augmenter l'étendue vocale en permettant une nouvelle ascension du larynx.

Pour les voyelles graves, dépourvues d'harmoniques aigus suffisants, ce manque d'harmoniques aigus correspond à un retard dans l'ascension du larynx, au maintien des cordes vocales trop épaissies et du résonateur normal trop grand. Il faut rechercher des harmoniques aigus pour activer l'ascension du larynx et l'amincissement des cordes vocales, et diminuer le volume du résonateur.

IV. L'appréciation de l'accord vocal est un problème d'analyse auriculaire résolu par une éducation convenable de l'oreille. L'attention auditive, pour une voyelle émise, grave ou aiguë, doit se fixer sur les harmoniques caractéristiques, aigus ou graves, pour en apprécier l'intensité.

Ainsi apprécié, l'accord vocal s'améliore par le procédé suivant : Toute action musculaire intéressant le larynx ou le résonateur modifie le timbre des sons émis d'une façon toujours identique. Inversement, la recherche de tels ou tels timbres produit immanquablement les actions musculaires correspondantes. Dès lors, on améliore l'accord de chaque voyelle par des modifications convenables de son timbre, c'est-à-dire, d'une façon plus précise, par la recherche d'harmoniques caractéristiques, graves ou aigus, dont l'oreille a jugé les intensités insuffisantes. Cette recherche apparente la voyelle émise à d'autres voyelles, qui ainsi se « compensent » entre elles : d'où le nom de *compensation des voyelles* donné à ce procédé d'éducation laryngienne.

Lorsque l'accord est réalisé, le timbre de chaque voyelle se déforme

---

(1) ROUSSELOT, *Principes de Phonétique expérimentale*, 2, 1908, p. 799 et 811.

continûment du grave à l'aigu par le jeu des compensations nécessaires, et leur émission est également facile sur toutes les notes de la tessiture. L'organe vocal émet des sons *toujours identiques à eux-mêmes*.

V. Cette méthode est indépendante des sexes et des timbres; elle a permis aux auteurs d'édifier avec succès une pédagogie vocale.

La séance est levée à $15^h 10^m$.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 24 août 1925.)

Note de M. *R. de Mallemann*, Calcul du pouvoir rotatoire d'une molécule tétraédrique :

Dans la formule de la page 299, *lire* la troisième ligne :

$$2\left\{\frac{1}{p^5 r^5}\left\{\frac{2a^2-b^2}{c^3}-\frac{2a^2-c^2}{b^3}\right\}+\frac{1}{r^5 q^5}\left\{\frac{2b^2-c^2}{a^3}-\frac{2b^2-a^2}{c^3}\right\}\right.$$
$$\left.+\frac{1}{q^5 p^5}\left\{\frac{2c^2-a^2}{b^3}-\frac{2c^2-b^2}{a^3}\right\}\right\}$$

Dans la note de la même page, *au lieu de* $\frac{Ma}{d}\frac{n^2-1}{4\pi\nu}$, *lire* $A=\frac{M}{d}\frac{n^2-1}{4\pi\nu}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 SEPTEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **de Bodola**, membre de l'Académie des Sciences de Budapest, M. **Tanakadate**, membre de l'Académie des Sciences de Tokyo, et M. le Major **Mac Mahon**, membre de la Société royale de Londres, qui assistent à la séance.

M. le **Président** annonce le décès de M. **Charlier-Tabur**, doyen de la Presse de l'Institut, et rappelle les services qu'il a rendus, dans l'exercice de sa profession, à la science et à l'Académie.

M. **L. Cuénot**, par l'organe de M. E.-L. Bouvier, fait hommage à l'Académie de son Ouvrage intitulé *L'Adaptation*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Fritz Sarasin et Jean Roux. *Nova Caledonia : A. Zoologie*. Vol. III, L. III : G. Grimpe et H. Hoffmann. *Die Nacktschnecken von Neu Caledonien, den Loyalty-Inseln und den Neuen-Hebriden*. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la réduction simultanée de deux formes quadratiques.* Note [1] de M. **P. J. Myrberg**, transmise par M. Émile Borel.

La méthode ingénieuse d'Hermite pour établir la théorie arithmétique des formes est, comme le montrent les travaux de Jordan, applicable aux formes d'un nombre quelconque de variables et d'ordre quelconque. Nous nous proposons de démontrer dans la Note présente comment les idées d'Hermite peuvent être utilisées pour l'étude des propriétés arithmétiques des systèmes de formes, en nous bornant ici aux cas de deux formes réelles quadratiques

$$(1) \qquad \varphi_1 = \Sigma a_{ik} y_i y_k, \qquad \varphi_2 = \Sigma b_{ik} y_i y_k.$$

DÉFINITION. — *Soient* (φ_1, φ_2) *et* (φ'_1, φ'_2) *deux couples de formes réelles quadratiques* (1). *Nous dirons que ces couples sont arithmétiquement équivalents (dans un sens étendu) s'il existe une substitution unimodulaire avec les coefficients réels entiers*

$$(2) \qquad y'_i = \Sigma \alpha_{ik} y_k$$

telle qu'on ait

$$(3) \qquad \varphi_1(y') = \alpha\varphi'_1(y) + \beta\varphi'_2(y); \qquad \varphi_2(y') = \gamma\varphi'_1(y) + \delta\varphi'_2(y),$$

où α, β, γ *et* δ *sont des entiers réels pour lesquels* $\alpha\delta - \beta\gamma = \pm 1$. *Si les coefficients de* (2) *et* (3) *sont seulement supposés réels, l'équivalence sera dite algébrique.*

Dans le cas particulier $\alpha = \delta = 1$, $\beta = \gamma = 0$, l'équivalence se réduit à l'équivalence ordinaire.

Pour étudier l'équivalence entre deux couples, nous adjoignons au couple (φ_1, φ_2) la forme

$$(4) \qquad z_1\varphi_1 + z_2\varphi_2$$

dépendant des deux paramètres z_1, z_2. Soit

$$(5) \qquad z'_1\varphi'_1 + z'_2\varphi'_2$$

la forme analogue correspondant au couple (φ'_1, φ'_2). On constate immé-

[1] Séance du 7 septembre 1925.

tement que la forme (5) sera la transformée de la forme (4) par la substitution (2), si l'on assujettit les paramètres z aux conditions

$$z'_1 = \alpha z_1 + \gamma z_2, \qquad z'_2 = \beta z_1 + \delta z_2. \tag{6}$$

Formons maintenant le déterminant de la forme quadratique (4). C'est une forme binaire $\Delta(z_1, z_2)$ des quantités z_1, z_2 qui sera par la substitution (6) transformée en le déterminant $\Delta'(z'_1, z'_2)$ de la forme (5). D'où :

THÉORÈME. — *Les formes Δ correspondant aux couples arithmétiquement (ou algébriquement) équivalents dans le sens étendu sont arithmétiquement (ou algébriquement) équivalents dans le sens ordinaire.*

DÉFINITION. — *Le couple* (1) *sera dit couple réduit si :* 1° *la forme Δ correspondante est réduite et si* 2° *le produit $\varphi_1\,\varphi_2$ est une forme réduite.*

Pour l'équivalence de deux couples (1) il faut et il suffit que les systèmes des réduites arithmétiquement équivalentes aux couples donnés soient identiques.

Considérons maintenant les formes (1) à coefficients entiers. Dans ce cas les coefficients de la forme Δ sont aussi des nombres entiers. Soit δ le déterminant de la forme binaire Δ défini par Hermite. On peut toujours définir les réduites de Δ de telle façon que tous leurs coefficients restent au-dessous de certaines limites ne dépendant que de δ. Il suit de là facilement qu'il est possible de remplacer les formes d'un couple réduit par des formes algébriquement équivalentes dont les coefficients seront limités en valeur absolue par l'invariant δ correspondant.

D'après un théorème de Poincaré, qui peut facilement s'étendre aux formes d'un nombre quelconque de variables, il est possible de trouver, pour chaque forme à coefficients entiers et dont le discriminant est égal à zéro, une réduite dont les coefficients sont bornés supérieurement par des quantités qui sont des fonctions entières des invariants de la forme, s'il existe un système de covariants n'ayant aucun point commun. Cette condition est toujours remplie pour les formes φ_1, φ_2, si les racines de l'équation $\Delta(z, 1) = 0$ sont toutes distinctes entre elles. D'après ce qui précède, nous pouvons en général définir les réduites du couple (φ_1, φ_2) de telle façon que ces coefficients entiers aient des limites supérieures dépendant seulement de l'invariant δ, qui est un invariant irrationnel du couple (φ_1, φ_2).

Si nous réunissons dans une même classe l'ensemble des couples arithmétiquement équivalents entre eux dans le sens étendu, nous pouvons tirer les conclusions suivantes de ce qui précède :

Les couples des formes réelles quadratiques à coefficients entiers et d'un invariant $\mathfrak{F}$ donné constituent en général un nombre fini de classes.

Chaque classe contient en général un nombre fini de réduites.

Ces résultats ne subsistent plus sans exception, si l'équation $\Delta(z, 1) = 0$ a des racines multiples.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une classe de points de la convergence non uniforme des suites de fonctions.* Note ([1]) de M. **A. Kovanko**, présentée par M. Émile Borel.

Cette Note se rattache aux travaux d'Osgood ([2]), Young ([3]) et Hobson ([4]).

Nous avons à examiner un cas particulier des points de convergence non uniforme d'une suite de fonctions, aux environs desquels le reste de la suite devient infini. En général, ce sont les points de la catégorie χ (notation d'Osgood).

Soit

$$(1) \qquad f_1(x), \quad f_2(x), \quad f_3(x), \quad \ldots \qquad (a \leqq x \leqq b)$$

une suite de fonctions intégrables (L), qui converge vers une fonction

$$(2) \qquad f(x), \quad \ldots$$

aussi intégrable (L).

Nous savons que si la suite (1) ne peut être intégrée terme à terme, il existe nécessairement des points de la catégorie χ sur (a, b).

Nous distinguerons deux classes de points χ :

1° Les points χ_{nt} dont la présence rend impossible l'intégration de la série (1) terme à terme;

2° Les points χ_{tt} dont la présence rend possible l'intégration de la série (1) terme à terme.

Examinons les points de la deuxième catégorie χ_{tt}. Supposons que la

---

([1]) Séance du 14 septembre 1925.

([2]) *On the non uniform convergence* (*American Journal of Mathematics*, 19, 1897, p. 155).

([3]) *Sur l'intégration des séries* (*Comptes rendus*, 136, 1903, p. 1632); *Term by term integration of oscillating series* (*Proc. Lond. Math. Soc.*, 8, 1910, p. 99-116).

([4]) *On the integration of series* (*Acta math.*, 27, 1903, p. 209-216).

suite (1) n'ait que des points de cette catégorie. Soit $M(\chi_{tt})$ leur ensemble.

Des travaux cités, il est aisé de déduire que l'ensemble $M_1(\chi_{tt})$ des points χ de la suite

$$(3)\qquad \left[\int_a^x f_n(\alpha)\,d\alpha\right] \qquad (n=1, 2, 3, \ldots)$$

fait partie de $M(\chi_{tt})$ et ne contient que des points de catégorie χ_{tt} de la suite (3).

Plus généralement, de l'égalité

$$(4)\qquad \lim_{n=\infty}\int_a^x f_n(\alpha)\,d\alpha = \int_a^x f(\alpha)\,d\alpha$$

découle l'égalité

$$(5)\qquad \lim_{n=\infty}\underbrace{\int_a^x\cdots\int_a^x}_{k} f_n(\alpha)\,d\alpha^k = \underbrace{\int_a^x\cdots\int_a^x}_{k} f(\alpha)\,d\alpha^k.$$

Soit $M_k(\chi_{tt})$ l'ensemble des points χ_{tt} de la suite, déduite de (1) par k intégrations.

Soit c un point de $M(\chi_{tt})$.

1° Si c appartient à $M_{k-1}(\chi_{tt})$ sans appartenir à $M_k(\chi_{tt})$, nous le noterons par χ_{tt}^k;

2° Si c appartient à $M_k(\chi_{tt})$ pour tout index fini k, alors nous le noterons par χ_{tt}^ω.

Le but de notre Note est de démontrer l'existence de points de la catégorie χ_{tt}^ω.

Nous proposons l'exemple suivant :

$$f_n(x) = 0 \qquad \text{pour } \left(0 \leq x < \frac{1}{2^n}\right) \text{ et pour } \left(\frac{1}{2^{n-1}} \leq x < 1\right),$$

$$f_n(x) = 2^{n^2} \qquad \text{»} \quad \left(\frac{1}{2^n} \leq x < \frac{3}{2^{n+1}}\right),$$

$$f_n(x) = -2^{n^2} \qquad \text{»} \quad \left(\frac{3}{2^{n+1}} \leq x < \frac{3}{2^{n+1}}\right),$$

$$\lim_{n=\infty} f_n(x) = f(x) = 0 \qquad \text{pour } (0 \leq x \leq 1).$$

Le point $x = 0$ est un point χ_{tt}, car, d'une part,

$$\lim_{n=\infty}\int_a^x f_n(\alpha)\,d\alpha = \int_a^x f(\alpha)\,d\alpha = 0 \qquad \text{pour } (0 \leq x \leq 1)$$

et, d'autre part,

$$\left|\varphi_n\left(\frac{3}{2^{n+1}}\right)\right| = \left|f\left(\frac{3}{2^{n+1}}\right) - f_n\left(\frac{3}{2^{n+1}}\right)\right| = 2^{n^2-n-1}.$$

Donc

$$\lim_{n=\infty} \varphi_n\left(\frac{3}{2^{n+1}}\right) = +\infty.$$

Soit

$$F_{n,k}(x) = \underbrace{\int_0^x \cdots \int_0^x}_{k} f_n(\alpha)\,d\alpha^k, \qquad \lim_{n=\infty} F_{n,k}(x) = 0.$$

La suite $[F_{n,k}(x)]$ $(n = 1, 2, 3, \ldots)$ a aussi $x = 0$ pour point de catégorie χ_{tt} pour tout k, car

$$F_{n,k}\left(\frac{3}{2^{n+1}}\right) = \underbrace{\int_0^{\frac{3}{2^{n+1}}} \cdots \int_0^{\frac{3}{2^{n+1}}}}_{k} f_n(\alpha)\,d\alpha^k = \underbrace{\int_{\frac{1}{2^n}}^{\frac{3}{2^{n+1}}} \cdots \int_{\frac{1}{2^n}}^{\frac{3}{2^{n+1}}}}_{k} 2^{n^2}\,d\alpha^k$$

$$= \frac{2^{n^2}}{k-1\,!} \int_{\frac{1}{2^n}}^{\frac{3}{2^{n+1}}} \left(\frac{3}{2^{n+1}} - \alpha\right)^{k-1} d\alpha = \frac{2^{n^2-nk-k}}{k\,!}.$$

Donc

$$\lim_{n=\infty} F_{n,k}\left(\frac{3}{2^{n+1}}\right) = +\infty.$$

Donc $x = 0$ est un point de catégorie χ_{tt}^{ω}.

Nous avons ainsi construit une suite de fonctions telle que l'intégration terme à terme répétée plusieurs fois n'efface jamais les points de la catégorie χ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la meilleure approximation des fonctions analytiques et leurs points singuliers.* Note de M. **Mandelbrojt**, présentée par M. Volterra.

On dit que $P_n(x)$ est un polynome d'approximation de $f(x)$ sur le segment E, si parmi tous les polynomes $F_n(x)$ de degré n, le polynome $P_n(x)$ jouit de la propriété que le maximum de $|f(x) - P_n(x)|$ sur E est le plus petit possible. La quantité $E_n[f(x)] = |f(x) - P_n(x)|$ est appelée la meilleure approximation de $f(x)$ par des polynomes ordinaires de degré n.

Les propriétés des polynomes d'approximation ainsi que de la meilleure approximation elle-même ont été étudiées très profondément par M. Bernstein. Plusieurs points ont été généralisés pour des fonctions $f(x)$ imaginaires d'une variable réelle par MM. Tonelli, Montel et Riesz et par M. Bernstein lui-même.

Le théorème suivant est dû à M. Bernstein :

Si $\overline{\lim}\sqrt[n]{E_n} = \frac{1}{R}$, *la fonction* $f(z)$ *est holomorphe à l'intérieur de l'ellipse* C *ayant* R *pour demi-somme d'arcs et de foyers* ± 1, *et elle admet au moins un point singulier sur cette ellipse* [1].

M. Bernstein le démontre pour des fonctions $f(x)$ réelles. Pour ce que nous nous proposons, nous avons besoin d'étendre le même théorème aux fonctions imaginaires.

Remarquons que la démonstration du théorème de M. Bernstein s'appuie sur les deux faits suivants :

1° Le polynome d'approximation donne à l'intégrale

$$\int_{-1}^{+1}[f(x)-P_n(x)]^2\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}$$

une valeur non inférieure à $I_n^2 = \frac{\pi}{2}[A_{n+1}^2+\ldots]$ avec

$$A_0 = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} f(\cos\theta)\,d\theta, \qquad A_k = \frac{2}{\pi}\int_0^{\pi} f(\cos\theta)\cos k\theta\,d\theta.$$

2° Si l'on a un polynome $P_n(x)$ de degré n tel que $|P_n(x)| < M$ sur le segment $(-1, +1)$, on a pour l'ellipse C

$$|P_n(x)| < MR^n.$$

Le fait 1° peut être étendu aux fonctions imaginaires en remplaçant $[f(x)-P_n(x)]^2$ par $|f(x)-P_n(x)|^2$.

Le théorème 2° a été démontré par M. Montel d'une manière très simple [2] pour le polynome à coefficients complexes.

---

(1) *Leçons sur les propriétés extrémales et la meilleure approximation des fonctions analytiques de la variable réelle* (sous presse).

(2) *Sur les polynomes d'approximation* (*Bulletin de la Société mathématique de France*, 46, 1919, p. 151-152). Voir aussi les *Leçons* citées ci-dessus de M. Bernstein.

Il en résulte que le théorème de M. Bernstein est également vrai pour les fonctions imaginaires.

Ceci nous permet de démontrer les théorèmes suivants :

I. *Soit* $\varphi(z)$ *une fonction analytique holomorphe à l'origine et dont le rayon d'holomorphie* R *est supérieur à* 1.

Considérons la fonction réelle, continue et périodique de période 2π

$$F(\psi)=\overline{\lim_{n=\infty}}\sqrt[n]{E_n\,\varphi(e^{i\psi}x^2)};$$

les valeurs de cette fonction sont comprises entre les deux quantités $\frac{1}{\sqrt{R+1}}$ *et* $\frac{1}{\sqrt{R}}$.

Si l'on a

$$\min F(\psi)=\frac{1}{\sqrt{R+1}},$$

la fonction $f(z)$ *a un seul point singulier sur le cercle de convergence.*

II. *D'autre part, si la fonction* $\varphi(z)$ *n'a qu'un seul point singulier sur le cercle de convergence et n'en a pas d'autre dans le cercle de rayon* $R+1$, *on a*

$$\min F(\psi)=\frac{1}{\sqrt{R+1}}.$$

III. *La condition nécessaire et suffisante pour que la fonction* $\varphi(z)$, *supposée paire, admette son cercle de convergence comme coupure est que*

$$F(\psi)=\text{const.}$$

(Cette constante est nécessairement alors $\frac{1}{\sqrt{R}}$ [1].)

Il suffit d'ailleurs de considérer dans ce dernier cas la fonction

$$F_1(\psi)=\overline{\lim}\sqrt[n]{E_n\,\varphi(e^{i\psi}x)}.$$

Mais, pour plus d'unité, nous préférons étudier la fonction $F(\psi)$ [dans les théorèmes I et II on ne peut pas remplacer $F(\psi)$ par $F_1(\psi)$]. Elle nous servira aussi pour les cas intermédiaires entre celui d'un seul point singulier et celui où le cercle de convergence est une coupure.

---

[1] Car dans tous les cas $F(\psi)$ atteint une fois, au moins, la valeur $\frac{1}{\sqrt{R}}$.

ÉLASTICITÉ. — *Plaque, en forme de triangle rectangle isoscèle, posée sur son contour, soumise à l'action de forces agissant normalement à sa surface sur l'axe de symétrie.* Note de M. **B. Galerkin**, présentée par M. Mesnager.

La plaque est limitée par les droites $y=0$, $x-y+b=0$ et $x+y-b=0$. La charge étant disposée sur la plaque symétriquement à l'axe des y, on peut prendre pour la surface moyenne de la partie de la plaque, placée à droite de l'axe des y, l'équation suivante :

$$
\begin{aligned}
(1)\quad w &= f(x,y)+\Phi(x,y)\\
&= f(x,y)+\sum_1^\infty \mathrm{A}_n\left[\operatorname{ch}\frac{(2n-1)\pi(b-y)}{2b}\cos\frac{(2n-1)\pi x}{2b}\right.\\
&\qquad\left.-(-1)^{n+1}\operatorname{ch}\frac{(2n-1)\pi x}{2b}\sin\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\right]\\
&\quad+\sum_1^\infty \mathrm{B}_n\left[\operatorname{sh}\frac{(2n-1)\pi(b-x)}{2b}\sin\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\right.\\
&\qquad\left.-(-1)^{n+1}\operatorname{sh}\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\cos\frac{(2n-1)\pi x}{2b}\right]\\
&\quad+\sum_1^\infty \mathrm{C}_n\left[(b-y)\operatorname{sh}\frac{(2n-1)\pi(b-y)}{2b}\cos\frac{(2n-1)\pi x}{2b}\right.\\
&\qquad\left.-(-1)^{n+1}x\operatorname{sh}\frac{(2n-1)\pi x}{2b}\sin\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\right]\\
&\quad+\sum_1^\infty \mathrm{D}_n\left[(b-x)\operatorname{ch}\frac{(2n-1)\pi(b-x)}{2b}\sin\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\right.\\
&\qquad\left.-(-1)^{n+1}y\operatorname{ch}\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\cos\frac{(2n-1)\pi x}{2b}\right].
\end{aligned}
$$

La fonction $f(x,y)$ doit être choisie de manière que

$$\frac{\mathrm{E}h^3}{12(1-\sigma^2)}\left(\frac{\partial^4 f}{\partial x^4}+2\frac{\partial^4 f}{\partial x^2\,\partial y^2}+\frac{\partial^4 f}{\partial y^4}\right)=p_{xy},$$

où h est l'épaisseur constante de la plaque, σ le coefficient de Poisson, p_{xy} la charge sur l'unité de surface.

Ensuite, au bord $x+y-b=0$, $f(x,y)$ et $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$ doivent être réduites à zéro.

Les coefficients A_n, B_n, C_n et D_n seront déterminés par les conditions :

a. Si $x = 0$,

$$\frac{\partial w}{\partial x} = 0 \quad \text{et} \quad V_{xz} = -\frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)}\left(\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial x\,\partial y^2}\right) = \varphi(y),$$

où V_{xz} est l'effort tranchant;

b. Si $y = 0$,

$$w = 0 \quad \text{et} \quad \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0.$$

En appliquant ceci au cas où les forces sont uniformément réparties le long de l'axe de symétrie sur l'étendue de $y = e$ à $y = e + b_1$, nous pouvons admettre $f(x, y) = 0$ et $\varphi(x, y) = \frac{p}{2}$, p étant la charge sur l'unité de longueur.

Décomposant $\varphi(y)$ dans les limites de 0 à b en série

$$\varphi(y) = \sum \alpha_n \sin\frac{(2n-1)\pi y}{2b},$$

où

$$\alpha_n = \frac{2}{b}\int_0^{b_1} \varphi(y)\sin\frac{(2n-1)\pi y}{2b}dy = \frac{4p}{2(n-1)\pi}\sin\frac{(2n-1)\pi(2c+b_1)}{4b}\sin\frac{(2n-1)\pi b_1}{4b},$$

nous obtiendrons, en satisfaisant aux conditions *a* et *b*, une infinité de groupes de quatre équations qui déterminent tous les coefficients A_n, B_n, C_n et D_n.

L'équation de la surface moyenne w se présentera ainsi :

$$(2) \quad w = \frac{96(1-\sigma^2)pb^3}{Eh^3\pi^3}\sum_1^\infty \frac{\sin\frac{(2n-1)\pi b_1}{4b}\sin\frac{(2n-1)\pi(b_1+2e)}{4b}}{(2n-1)^3 \operatorname{ch}\frac{(2n-1)\pi}{2}}$$
$$\times\left\{\left[\operatorname{sh}\frac{(2n-1)\pi(b-x)}{2b}\sin\frac{(2n-1)\pi y}{2b} - (-1)^{n+1}\operatorname{sh}\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\cos\frac{(2n-1)\pi x}{2b}\right]\left[\frac{2}{(2n-1)\pi} + \operatorname{th}\frac{(2n-1)\pi}{2}\right]\right.$$
$$-\frac{b-x}{b}\operatorname{ch}\frac{(2n-1)\pi(b-x)}{2b}\sin\frac{(2n-1)\pi y}{2b}$$
$$\left.+\frac{y}{b}(-1)^{n+1}\operatorname{ch}\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\cos\frac{(2n-1)\pi x}{2b}\right\}.$$

Si b_1 est une quantité infinitésimale et en admettant que $pb_1 = P$ et que

$b_1 = 0$, l'équation (2) se réduira à

$$(3)\quad w = \frac{24(1-\sigma^2)\,\mathrm{P}\,b^2}{\mathrm{E}h^3\pi^2}\sum_1^\infty \frac{\sin\frac{(2n-1)\pi e}{2b}}{(2n-1)^2\,\mathrm{ch}\frac{(2n-1)\pi}{2}}$$
$$\times\left\{\left[\mathrm{sh}\frac{(2n-1)\pi(b-x)}{2b}\sin\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\right.\right.$$
$$\left.-(-1)^{n+1}\,\mathrm{sh}\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\cos\frac{(2n-1)\pi x}{2b}\right]\left[\frac{2}{(2n-1)\pi}+\mathrm{th}\frac{(2n-1)\pi}{2}\right]$$
$$-\frac{b-x}{b}\,\mathrm{ch}\frac{(2n-1)\pi(b-x)}{2b}\sin\frac{(2n-1)\pi y}{2b}$$
$$\left.+\frac{y}{b}(-1)^{n+1}\,\mathrm{ch}\frac{(2n-1)\pi y}{2b}\cos\frac{(2n-1)\pi x}{2b}\right\},$$

solution pour le cas où la force P *est concentrée au point* ($x = 0$, $y = e$). En admettant $e = 0$ et $b_1 = b$, nous obtiendrons une solution pour le cas où la force p est répartie uniformément le long de l'axe de symétrie sur la longueur b [1].

POUVOIR ROTATOIRE. — *Sur la diffusion de la lumière par les molécules actives et inactives.* Note de M. **R. de Mallemann**, transmise par M. A. Cotton.

La diffusion de la lumière par les molécules actives a fait l'objet d'un Mémoire récent de Gans [2]; la question y est traitée au double point de vue théorique et expérimental. Gans déduit ses formules de la théorie de Born; il obtient ainsi une série de relations dans lesquelles figurent plusieurs nouveaux paramètres, ce qui semblerait indiquer une différence dans les effets Tyndall, correspondant respectivement aux corps actifs et inactifs. D'après Gans l'expérience confirmerait cette différence essentielle; il pense pouvoir obtenir ainsi des indications sur la valeur des paramètres, qui, dans la théorie de Born, caractérisent l'activité optique. Cette argumentation est erronée et repose sur une illusion.

---

[1] Pour le dernier cas, nous donnons une autre solution dans les articles : *Recherche sur les plaques triangulaires* (*Bulletin de l'Académie des Sciences de Russie*, 6e série, 1919, p. 223) et *Flexion des plaques triangulaires* (*Annales de l'Institut polytechnique de Petrograd*, **28**, 1919, p. 1), où sont examinés plusieurs cas de surcharge de la plaque.

[2] R. Gans, *Zeitschrift f. Physik*, **17**, 1923, p. 372.

Il est facile de voir que la théorie de l'effet Tyndall dans les corps actifs se réduit pratiquement à celle des corps inactifs.

La démonstration n'exige aucun calcul. Considérons d'abord un corps *inactif* et soit OXYZ un trièdre de référence dans lequel l'axe OZ est, par exemple, *vertical*. Ce corps est parcouru dans la direction OX par une vibration incidente h, dirigée suivant OZ. Soient f et g les constantes figurant respectivement dans les carrés moyens $\overline{X}^2$ et $\overline{Z}^2$ des composantes diffusées *dans la direction* OY. *Observons dans une direction* OP, *inclinée d'un angle θ sur la verticale* OZ. La lumière diffusée dans cette direction sera formée : *a*) d'une composante parallèle à OX, d'intensité fh^2; indépendante de θ; *b*) de la projection sur la *normale* à la direction θ des vibrations secondaires excitées par l'onde incidente suivant OZ et OY; l'intensité correspondante est évidemment $(f\cos^2\theta + g\sin^2\theta)h^2$ [1].

Dans la direction d'observation OP, le rapport ρ_1 des intensités de la composante horizontale à la composante normale au plan XOP sera donc $\dfrac{f}{f\cos^2\theta + g\sin^2\theta}$. Observons maintenant dans la direction perpendiculaire; le rapport devient ρ_2 et on aura :

$$(1) \qquad \rho_1 = \frac{f}{f\cos^2\theta + g\sin^2\theta}, \qquad \rho_2 = \frac{f}{f\sin^2\theta + g\cos^2\theta}, \qquad \rho = \frac{2f}{f+g},$$

en désignant par ρ le rapport qui correspond à la lumière naturelle.

Ces quantités sont liées par la relation simple

$$(2) \qquad \frac{1}{\rho} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}\right).$$

Si nous considérons maintenant un corps *actif*, la vibration primaire ne restera pas verticale, mais tournera régulièrement autour de la direction de propagation.

Les intensités diffusées suivant l'horizontale OY et la verticale OZ seront donc liées par les mêmes relations (1), si l'on désigne ici par θ l'angle de la verticale OZ avec la direction de la vibration primaire, *dans le plan particulier choisi pour l'observation*, angle qui dépend du pouvoir rotatoire du milieu.

Les formules (1) et (2) sont donc générales et s'écrivent immédiatement; elles sont exactement de même forme que celles obtenues par Gans après d'assez longs calculs et qu'il donne comme caractéristiques des corps

---

[1] En effet, dans la direction θ, il apparaît une composante diffusée vibrant suivant OY; or la direction OZ de la vibration *primaire* étant de révolution pour le phénomène *secondaire* excité, les directions de vibration OX et OY sont équivalentes; le coefficient f est donc le même dans les deux cas.

actifs. Il est vrai que les quantités f et g ne paraissent pas les mêmes, leur expression renfermant des paramètres spécifiques de l'activité optique. La forme assez compliquée de la théorie de Born masque l'ordre de grandeur de ces termes supplémentaires. En partant de la théorie de la polarisation rotatoire que nous avons proposée, il est facile de voir que ces termes sont absolument négligeables, comme nous l'avions déjà établi ([1]).

En effet, le carré moyen des composantes de la polarisation du milieu se compose ici de deux parties : la première est identique à l'expression correspondant à un corps inactif; la seconde provient du carré des termes imaginaires. Or le rapport de la dernière expression à la première est inférieur $\frac{4\pi^2}{\lambda^2} r^2$ (r désignant le diamètre de la molécule), c'est-à-dire certainement inférieur à 10^{-4} dans le spectre visible.

Il en résulte que l'action du terme supplémentaire sur les phénomènes observables est tout à fait négligeable. *Les effets Tyndall dans les corps actifs et inactifs ne diffèrent donc pratiquement que par la rotation de la vibration primaire.* La direction correspondant au maximum d'intensité est toujours normale à la direction de vibration $\left(\theta = \frac{\pi}{2}\right)$. Dans un corps actif cette direction change avec le plan d'observation, c'est-à-dire avec l'épaisseur parcourue par le faisceau primaire, *et avec la couleur*, ce qui explique l'illusion de Gans ([2]). En lumière blanche, on observera donc dans chacune des sections du tube un fragment de spectre circulaire, d'autant plus étalé que la section est plus éloignée de l'entrée du tube. Ces spires colorées se déplaceront quand on fera tourner le polariseur ([3]). Ce phénomène a été

([1]) *Bull. Soc. Phys.*, n° 183, 1923, p. 197.

([2]) D'ailleurs le rapport ρ_2 diffère de l'unité, comme l'expérience le confirme, non par suite de l'existence de termes supplémentaires dans f et g, mais à cause de la *rotation* de la vibration primaire, que Gans oublie simplement de considérer. Les composantes h_x et h_y varient avec le plan d'observation.

([3]) On retrouve bien entendu par le calcul les expressions (1) que nous avons établies directement.

Toutefois, dans un *liquide*, il y aurait lieu d'introduire dans ces expressions le coefficient de compressibilité, comme Ramanathan et nous-même l'avons indiqué antérieurement.

Ajoutons que dans un corps actif, il faudrait encore tenir compte de la *rotation des vibrations diffusées* elles-mêmes, à partir de l'axe du pinceau primaire, quand celui-ci n'est pas très près de la surface du corps.

signalé dès 1868 par Lallemand qui l'a observé sur des solutions de sucre. En utilisant des corps beaucoup plus actifs comme le molybdomalate d'ammoniaque, M. Darmois a rendu l'expérience particulièrement brillante.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'activité des diverses radiations dans la photosynthèse.* Note de M. **René Wurmser**, présentée par M. Jean Perrin.

L'assimilation chlorophyllienne est constituée par une suite de réactions dont la première seule est photochimique. Aux très faibles intensités lumineuses, la vitesse de l'assimilation est réglée par celle du phénomène photochimique primaire. En mesurant, dans ces conditions, le rapport de la vitesse d'assimilation à la puissance de rayonnement absorbée par le pigment, on peut donc étudier le mode d'action des diverses radiations sur le phénomène primaire.

Pratiquement, on établit le rapport de la quantité de gaz carbonique réduit dans un temps donné, à l'énergie lumineuse absorbée par la chlorophylle pendant le même temps. La quantité de gaz carbonique réduit peut être obtenue par dosage de l'oxygène dégagé, auquel il convient d'ajouter l'oxygène qui serait absorbé dans le même temps par suite de la respiration. Mes mesures ont été effectuées sur des algues marines, et les dosages pratiqués suivant la méthode de Winckler.

L'énergie absorbée est le produit de l'énergie incidente par le pouvoir absorbant de la chlorophylle. On mesure à tout instant l'intensité incidente au moyen d'une pile thermo-électrique, connectée avec un galvanomètre de faible résistance, l'ensemble étant étalonné en valeur absolue avec une lampe Hefner. On obtient l'énergie en intégrant pour toute la durée de l'exposition au rayonnement.

Le pouvoir absorbant est déterminé de la manière suivante : L'algue choisie, *Ulva lactuca*, est extrêmement mince, de l'ordre du dixième de millimètre d'épaisseur, et peut être décolorée complètement par exposition à une lumière intense. On détermine, au moyen de la pile thermo-électrique, le rapport $\frac{I}{I_0}$ de l'énergie transmise à l'énergie incidente, d'abord en interposant l'algue normale, ensuite en interposant l'algue décolorée. La

première mesure permet d'obtenir la somme $K + K'$ des coefficients d'absorption, K se rapportant à l'absorption propre de la chlorophylle et K' se rapportant à l'absorption apparente des éléments incolores; la deuxième mesure fournit la valeur de K'. On calcule ensuite le pouvoir absorbant propre de la chlorophylle, comme si l'on avait affaire à un mélange de deux pigments. En fait, la perte de rayonnement due aux éléments incolores est produite par la diffusion et non par de l'absorption. M. Langevin a calculé théoriquement la perte de rayonnement subie par un faisceau qui traverse une couche *mince* présentant à la fois de l'absorption propre et de la diffusion. En s'en tenant aux termes du premier et du deuxième ordre, la relation obtenue est identique à celle que j'ai utilisée : les différences sont inférieures aux erreurs d'expérience.

Si l'on évalue l'assimilation en calories correspondant au travail chimique nécessaire pour dégager l'oxygène de la molécule de CO^2, et si l'on exprime également en calories l'énergie absorbée, le rapport obtenu représente le rendement énergétique maximum de la photosynthèse. Dans un travail antérieur (¹) j'ai trouvé que ce rendement était d'environ 60 pour 100 en lumière rouge et 80 pour 100 en lumière verte. J'ai indiqué que cette activité particulière des radiations vertes pouvait être expliquée en admettant que l'activation d'une molécule, au sens de J. Perrin, exige l'absorption d'un nombre entier, mais variable, de photons. La radiation verte a une fréquence telle que $2h\nu$ correspondent exactement à l'énergie nécessaire pour réduire une molécule de CO^2. Pour toute autre radiation une certaine quantité d'énergie est dissipée en chaleur, soit que la molécule ait absorbé deux photons de fréquence supérieure, soit qu'elle en ait absorbé trois de fréquence inférieure à celle des radiations vertes.

Mes résultats concordaient en valeur absolue, pour la lumière rouge, avec ceux de O. Warburg et Negelein, qui ont effectué, avec une autre méthode et sur un autre matériel, la même recherche. Mais, selon ces auteurs, le rendement s'abaisserait, pour les autres radiations, de façon inversement proportionnelle à la fréquence, comme le prévoit la loi d'Einstein si un même nombre de quanta est toujours absorbé par molécule. En réalité les déterminations de O. Warburg et Negelein montrent déjà que dans la région violette du spectre cette loi ne s'applique pas. J'ai tenu toutefois à reprendre des mesures comparatives de l'action des régions rouge et verte du spectre.

(¹) *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 644 et *Ann. de Physiologie*, **1**, 1925, p. 47.

J'ai abaissé l'intensité incidente à une valeur si faible (en moyenne $0,25.10^{-3}$ cal. gr./min. cm²) que la photosynthèse compensait tout juste l'absorption d'oxygène due à la respiration. D'autre part j'ai utilisé comme écran, pour arrêter l'infrarouge, une épaisseur d'eau de $0^m,50$ afin de supprimer aussi complètement que possible ces radiations, ce qui permet une détermination beaucoup plus précise du pouvoir absorbant.

J'ai obtenu dans ces conditions un rendement toujours plus élevé dans la région verte que dans la région rouge du spectre. Le rapport du rendement pour les radiations comprises entres 590 et $490^{m\mu}$ au rendement pour les radiations comprises entre 700 et $590^{m\mu}$ a été trouvé égal à 1,15 avec des écarts ne dépassant pas 3 pour 100, tandis que la loi d'activité inversement proportionnelle à la fréquence exigerait un rapport de 0,83.

VOLCANOLOGIE. — *L'éruption du volcan de Santorin.* Note [1] de M. **Const. A. Kténas.**

Depuis l'explosion du 15 octobre 1870 sur le cône de Georgios, le volcan de Santorin était rentré dans le repos. Au cours de deux missions (juin 1903 et septembre 1911), je n'avais constaté aucun changement de l'activité régulière de fumerolles de Nea Kaméni.

Le chef de la Station météorologique de l'Observatoire d'Athènes à Théra, annonça, le premier, le soir du 11 août, que le volcan de Kaménis se trouvait, de nouveau, dans un état de paroxysme. Une maladie m'a empêché de partir plus tôt pour l'île; avant de commencer mes observations, je tiens à communiquer à l'Académie les renseignements recueillis sur les débuts de l'éruption.

Cet exposé sommaire se base sur les rapports officiels du chef de la Station météorologique à Théra et du capitaine de port de Phira. J'ai tiré aussi grand profit d'une série de photographies du volcan, faites les 11, 15 et 18 août et des indications dues à des témoins oculaires.

Le 11 août, vers 11^h, des vapeurs s'élevaient du canal séparant les îles de Mikra Kaméni (cône de l'an 1570) et de Nea Kaméni (cônes de 1707 et 1866). Les émanations gazeuses devenaient de plus en plus denses, mais ce n'est que dans l'après-midi, vers 15^h, qu'eut lieu la première explosion. On

---

[1] Séance du 7 septembre 1925.

entendit à Santorin une assez violente détonation, tandis qu'une épaisse colonne de nuées très opaques commençait à s'échapper du canal. Aux émanations gazeuses étaient bientôt venues s'ajouter des projections de bombes, des lapilli, et des flammes qui se montrèrent à la surface de la mer. Les explosions augmentèrent d'intensité dans la soirée et pendant la nuit.

Le lendemain, 12 août, on vit émerger un îlot dont les dimensions croissaient rapidement. Comme la photographie du volcan du 18 août le laisse voir, cet îlot a été transformé, au bout de quelques jours, en un dôme à pentes très douces ne dépassant pas, en hauteur, la moitié du cône de 1570 (78^m). En même temps, une langue de terre, composée d'amas de blocs de lave et allongée du côté de l'Est, s'est élevée au-dessus de la surface de la mer vers la côte orientale de Kaménis.

En s'accroissant, le nouveau centre éruptif que j'ai appelé du nom de Fouqué (¹), réunit aujourd'hui Mikra Kaméni et Nea Kaméni.

Du 14 au 18 août, les explosions se sont succédé, très nombreuses, au « cratère » couronnant le dôme. Il s'est produit aussi des projections assez violentes de cendres qui sont tombées jusque dans la ville de Phira (nuit du 14 au 15 août) et dans la région d'Acrotiri (17 août). Par contre, aucune secousse provenant de l'île de Santorin n'a été enregistrée par le séismographe de l'Observatoire d'Athènes.

De tout ce qui précède, il résulte que nous sommes déjà en possession d'un certain nombre de caractères permettant de reconnaître que l'éruption actuelle de Nea Kaméni correspond, pour le moment, à un type mixte vulcano-péléen. Le dôme de Fouqué et le prolongement de Kaménis vers l'Est doivent leur formation à l'extrusion d'une masse solide, sinon très visqueuse; des coulées, insignifiantes comme masse, n'ont été observées que localement. L'intensité de ces manifestations volcaniques est beaucoup plus grande que celle du début de l'éruption de 1866.

(¹) C'est dans le journal d'Athènes *Hestia* du 16 et du 19 août que ma proposition a été publiée. Ainsi le nouveau centre éruptif commémorera le souvenir du grand savant français Fouqué qui a tant étudié le volcan de Santorin et l'a visité, pour la dernière fois, en 1896, accompagné de M. A. Lacroix.

ENTOMOLOGIE. — *Étude de la sécrétion de la soie à l'aide des rayons ultraviolets filtrés (lumière de Wood).* Note de MM. **A. Policard** et **A. Paillot**, présentée par M. Paul Marchal.

Quand on examine à la lumière de Wood (rayons de longueur d'onde 3650 Å. obtenus par filtration de rayons ultraviolets sur verre au nickel) un ver à soie prêt à filer son cocon, on est frappé par la magnifique fluorescence jaune brillante que montrent certaines régions du corps, en particulier : les espaces interannulaires, les fausses pattes, les parties de la face ventrale comprises entre les pattes thoraciques, d'une part, et les fausses pattes, d'autre part. Ce phénomène est lié au sang : ponctionné à la pipette, celui-ci offre, sous l'écran de Wood, une fluorescence très vive. En utilisant cette méthode d'examen, nous avons pu faire les observations suivantes :

I. La fluorescence du sang s'observe chez toutes les races que nous avons examinées (races des Cévennes, du Var, Chinois doré et Chinois blanc, Gubbio, Ascoli). Elle ne nous a pas semblé, au moins à un examen préliminaire, liée à la qualité de la nourriture. Elle apparaît du reste à un moment précis du stade larvaire : vers le 4e ou 5e jour du 5e âge. Pendant les quatre premiers âges, les vers ne sont pas fluorescents.

La cause exacte de ce phénomène nous a échappé : la fluorescence n'est pas liée à un élément lipoïde : elle persiste en effet dans le sang traité par l'éther. Elle n'est pas liée non plus aux pigments colorés que renferme le sang; des vers à sang incolore sont néanmoins fluorescents; des vers à sang jaune (antérieurement au 5e âge) ne le sont pas.

Le sang devenant fluorescent au moment où l'appareil séricigène se développe considérablement, nous avons été conduit à étudier cet appareil par la méthode microfluoroscopique.

II. Chez un ver prêt à filer son cocon, le segment initial de l'appareil séricigène, qui sécrète la fibroïne, montre une fluorescence vive, mais toujours blanche; le réservoir à soie, dans sa partie distale (première anse), offre une fluorescence jaune très intense; celle-ci est faible, sinon nulle, dans les anses proximales; le tube excréteur n'est pas fluorescent.

Chez un ver qui a filé la bourre et la première couche du cocon, le segment initial de la glande offre la même fluorescence blanche. Par contre, le réservoir tout entier et le canal excréteur montrent une fluorescence jaune vive.

Il semble donc que, dans le processus de la sécrétion de la soie, deux phénomènes se superposent : 1° la sécrétion de la fibroïne d'abord, substance d'une fluorescence blanche, qui donne au segment initial sécréteur son aspect blanc brillant à la lumière de Wood ; 2° la fabrication d'un corps qui donne à la fibroïne son aspect caractéristique, transformant sa fluorescence blanche en une fluorescence jaune d'or ; il y aurait lieu de préciser les rapports de ce corps avec le pigment qui donne au cocon sa couleur. Le corps qui donne la fluorescence est différent de la matière colorante ; celle-ci est seulement surajoutée ; elle modifie la teinte de la fluorescenee mais ne la crée pas ; il y a des vers à soie à sang jaune non fluorescents et des vers à sang incolore, à fluorescence blanche. La séricine, sécrétée dans toute la paroi du réservoir, n'est pas fluorescente.

Ces données doivent être rapprochées des aspects offerts par les cocons à la lumière de Wood ; ceux-ci sont extraordinairement variables. Si la *bourre* ou *frisure* est toujours violet sombre, la soie est fluorescente mais avec une teinte variable, même lorsqu'il s'agit d'une race bien sélectionnée.

La fluorescence du sang et de la glande disparaît complètement aussitôt après la confection du cocon.

III. Ces constatations permettent de dégager les notions suivantes : l'apparition de la fibroïne fluorescente dans la partie sécrétrice initiale de l'appareil séricigène, coïncide avec l'apparition de la fluorescence dans le sang. Il y a donc lieu de rechercher dans le sang du ver l'antécédent de la fibroïne de la glande.

La substance qui donne à la fluorescence sa teinte particulière est différente de la matière colorante qui se fixe sur la fibroïne ou la séricine au niveau du réservoir.

IV. L'examen des vers et des cocons aux rayons de Wood semble devoir être très intéressante au point de vue pratique ; une mauvaise nutrition, la maladie modifient beaucoup le comportement des vers aux rayons ultra-violets filtrés. Des vers en état de misère physiologique se montrant paresseux pour monter à la bruyère, ont le sang et l'appareil séricigène non fluorescents ; le cocon sécrété n'est pas fluorescent. L'examen fluoroscopique des cocons paraît donc pouvoir donner des renseignements sur l'état de santé des vers qui les ont filés et sur la qualité même de la soie. A ce point de vue, les résultats de l'examen peuvent être très utiles pour la sélection des reproducteurs.

Il reste à déterminer le mécanisme même des phénomènes observés et les

rapports qui les lient avec les qualités mécaniques et physico-chimiques de la soie. Mais, dès maintenant, il est permis de penser que cette méthode d'étude sera d'un intérêt très grand en sériciculture.

ZOOLOGIE. — *Sur une tortue luth* (Sphargis coriacea) *capturée en baie de Concarneau.* Note [1] de M. **R. Legendre**, présentée par M. J.-L. Breton.

Le 8 septembre dernier, alors que M. J.-L. Breton et les travailleurs du laboratoire de Concarneau à bord du *Pétrel* d'une part, M. Charcot, à bord du *Pourquoi-Pas?* d'autre part, croisaient entre Concarneau et les îles Glénans, un pêcheur de crustacés, relevant ses casiers entre ces îles et l'île aux Moutons, eut la surprise de trouver une grosse tortue engagée dans un orin par le cou et l'aileron antérieur droit. Il ramena péniblement sa prise à Sainte-Marine, à l'embouchure de l'Odet, où le lendemain, M. J.-L. Breton et les naturalistes qui l'accompagnaient purent l'observer et l'acquérir.

Il s'agissait d'une tortue luth (*Sphargis coriacea*) qu'on trouva échouée sur la rive. Elle respirait régulièrement à raison d'un mouvement par minute, en faisant entendre un bruit assez fort et en exhalant un air fétide. Les yeux, très sensibles à l'attouchement, étaient recouverts d'une abondante glaire pendant jusqu'au sol.

On la ceintura de cordes, puis on la remit à l'eau où immédiatement elle nagea avec énergie, entraînant même le canot qui cherchait à l'amener le long du *Pétrel,* malgré les efforts antagonistes de deux rameurs forçant sur les avirons. On la hissa à bord au palan, et on la ramena à Concarneau. Sur le pont, la respiration devint rapide et irrégulière, les temps variant de 35 à 50 secondes, puis elle se ralentit, tandis qu'on assistait à des émissions intestinales abondantes et fréquentes de matières liquides vert bleuâtre et malodorantes. A l'arrivée au port, la tortue fut remise à l'eau et y passa la nuit, en pendant au bout d'un palan. Le lendemain matin on l'y trouva morte.

L'autopsie fut immédiatement faite au laboratoire, pendant qu'un appareil cinématographique prenait des vues des phases successives de cette opération, enregistrant ainsi — pour la première fois, croyons-nous — de nombreux points de l'anatomie de cet animal.

---

(1) Séance du 14 septembre 1925.

L'animal pesait 330^{kg} et mesurait $1^{m},93$ de long sur $0^{m},88$ de large. Ses ailerons antérieurs avaient 1^{m} de long sur 33^{cm} dans leur plus grande largeur; des ailerons postérieurs, le droit était amputé et cicatrisé, le gauche avait 50^{cm} de long sur 30 de large.

Nous n'insisterons pas ici sur la forme extérieure et le squelette qui ont été plusieurs fois décrits, notamment en dernier lieu par M. L. Bureau (1). Nous donnerons seulement les résultats des mensurations et des pesées des principaux organes. Le cœur, vidé de sang, pesait $2^{kg},250$; des frottis de sang frais furent préparés par Mme Bohn. Les poumons, spumeux, violacés, d'aspect asphyxique, pesaient 5^{kg}; ils mesuraient 35^{cm} de long et les grosses bronches avaient un diamètre de 3^{cm}. Le bec corné formait un triangle de 18^{cm} de base sur 13^{cm} de haut. La cavité buccale et l'œsophage étaient tapissés de très nombreuses papilles cornées, dont les plus longues atteignaient $7^{cm},5$; après plus de $1^{m},50$ d'œsophage, on trouva un estomac relativement petit, ne contenant qu'un peu d'une bouillie verdâtre où l'on ne put reconnaître que quelques débris indéterminables et deux vers parasites vivants. L'intestin, déroulé, dépassait $14^{m},50$ et était plein d'une matière pâteuse verdâtre; on remarqua sa partie sécrétante, fort longue, aux cryptes énormes d'où l'on voyait sourdre un magma verdâtre; on y trouva, vers le tiers inférieur, un calcul léger, ovoïde, de $6^{cm},5$ sur $4^{cm},5$. Le foie pesait $17^{kg},5$; la vésicule biliaire contenait environ plus d'un demi-litre de bile verdâtre. Le pancréas, allongé, mesurait une trentaine de centimètres. Les reins, très lobés, pesaient $4^{kg},750$. Les organes génitaux, petits, ne renfermaient aucun œuf visible, bien qu'il s'agît d'une femelle. L'encéphale ne pesait que $6^{g},75$; la moelle cervicale mesurait seulement 8^{mm} de diamètre. Les yeux, aplatis sur leur face antérieure, avaient $4^{cm},5$ de diamètre horizontal, 4^{cm} de diamètre vertical et 3^{cm} d'épaisseur. Le plastron ventral, épais de 4^{cm}, était fort gras et des échantillons de cette graisse, représentant environ les deux tiers du poids, furent recueillis par M. E. André. De nombreux morceaux des principaux tissus furent prélevés et fixés pour études histologiques ultérieures. La carapace préparée sera prochainement envoyée à Paris.

Les arrivées de tortues luth sont assez rares sur nos côtes. Dans la région de la côte sud de Bretagne où celle-ci fut capturée, on peut citer un autre exemplaire de 380^{kg} amené à Concarneau il y a une vingtaine d'années, en

---

(1) L. Bureau, *Note sur la capture d'une tortue luth*, Sphargis coriacea, *dans la baie d'Audierne* (*Finistère*) (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, 3, 1893, p. 223-228).

l'absence de tout naturaliste, celui d'Audierne étudié par Bureau, capturé en 1893 dans des conditions identiques, qui mesurait 2^m et pesait 360^{kg}, et quelques autres individus, vus en 1729, 1765, 1872, dont le souvenir a été conservé.

MÉDECINE. — *La gymnastique oculaire appliquée au traitement de l'amblyopie ex-anopsia et du strabisme qui en dérive.* Note de M. **J. Roger d'Ansan**, présentée par M. d'Arsonval.

Les expériences que j'ai poursuivies depuis 1917 — époque à laquelle j'ai publié les résultats déjà obtenus chez les myopes par la gymnastique oculaire — m'ont amené à constater les avantages que l'on doit attendre d'une méthode basée sur l'activité fonctionnelle dans les cas où, comme dans l'amblyopie ex-anopsia, il existe un affaiblissement de l'acuité visuelle.

Cette infirmité, qui date du premier âge, n'affecte généralement qu'un seul œil et provient d'une absence de fonctionnement de l'organe.

Pour obvier aux inconvénients dont cette inaction était la conséquence, les ophtalmologistes s'étaient jusqu'à ce jour adressés à la méthode palliative, en prescrivant aux malades des verres qui rectifiaient tant bien que mal l'acuité visuelle, sans jamais réaliser la guérison.

Avec mon appareil gymnastique, j'apporte au contraire un moyen curatif, car il permet la mise en valeur des muscles intrinsèques et extrinsèques de l'appareil oculaire, constituant ainsi une véritable rééducation de la vue et cette méthode présente le double avantage non seulement de rétablir la fonction organique endormie, mais encore de corriger souvent le strabisme plus ou moins marqué qui est le corollaire fréquent de l'amblyopie.

Le traitement consiste dans une série de pressions exercées journellement et pendant dix minutes sur le globe oculaire fermé et l'on enregistre, après chaque séance, une augmentation de l'acuité visuelle, qui varie de 20 à 50^{cm} en moyenne. En outre, au fur et à mesure que son acuité s'améliore, on remarque que l'œil amblyope est insensiblement ramené vers son axe et que la diplopie tend de plus en plus à faire place à la fusion des deux images.

Mes expériences personnelles sont corroborées par les observations de malades qui m'ont été confiés, après examen préalable, par le service d'ophtalmologie d'un hôpital de Paris.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *La réapparition des foyers de fièvre aphteuse et la conservation du virus dans la nature.* Note de M. **Charles Lebailly**, présentée par M. Roux.

De nombreuses hypothèses ont été présentées dans le but d'expliquer la conservation du virus aphteux dans la nature. L'une des plus séduisantes fait jouer le rôle principal aux onglons des bovidés guéris. Elle n'est pas nouvelle.

Déjà, avant 1910, date de la publication du premier de ces travaux, on avait cru remarquer que la réapparition de la fièvre aphteuse coïncidait avec la taille des sabots, opération nécessaire pour rétablir les aplombs des animaux en stabulation.

Au cours de recherches histologiques, Zschokke montra l'existence d'aphtes profonds, fermés et siégeant dans l'épaisseur du sabot. Ces aphtes seraient mis en communication avec l'extérieur au moment de l'opération, et ce serait par eux, et non par les aphtes superficiels ulcérés dans lesquels le virus est détruit rapidement, que se ferait la conservation.

Il manquait à cette observation la preuve expérimentale; Böhm, qui a fait sienne l'opinion de Zschokke, n'en a pas apporté davantage.

Ce que ces deux auteurs n'avaient pas fait, Assel a tenté de le réaliser en inoculant, par frictions répétées et brutales, le produit de raclage des onglons sur la muqueuse buccale de bovins. Il rapporte avoir observé à la suite une fièvre et l'apparition de lésions de stomatite qu'il considère, les unes comme banales dues à l'irritation mécanique, d'autres comme aphteuses. Mais là encore, la preuve expérimentale manque, car il n'a pas été tenté de passages.

La plus extrême réserve s'impose donc sur la portée de cette hypothèse et sur ces faits. Je leur oppose, d'autre part, des expériences et le résultat d'observations.

Mes expériences ont porté sur six fermes du Calvados épargnées par l'épidémie de 1919. J'ai réalisé au laboratoire l'infection d'animaux, pris dans ces fermes, et je les y ai réintroduits après guérison. Jamais la fièvre aphteuse ne s'est montrée à la suite de cette rentrée et elle n'y est pas apparue depuis. Ces expériences ont porté sur un total de 62 bovins inoculés, mis au contact de 450 bovins neufs et sensibles.

J'ai observé des faits naturels du même ordre. Les animaux, mis à l'herbage au Pays d'Auge, sont ramenés en fin de saison dans les fermes des environs de Caen.

La preuve ne m'a jamais été fournie que le retour de ces animaux, conta-

minés et guéris en prairie, ait déterminé l'apparition de foyers épidémiques dans les fermes.

Si vraiment le virus aphteux se conservait dans les onglons, ces faits négatifs ne pourraient être relevés, et, dans des expériences aussi nombreuses que les miennes, la maladie aurait dû reparaître sinon toujours, du moins souvent. Le risque m'en semblait au début de mes expériences tel que ce n'est que devant la constatation au laboratoire de résultats constamment négatifs que je me suis risqué à des essais de contamination en grand.

Soit qu'on élimine ou que l'on considère comme exceptionnel le rôle des onglons, il est nécessaire de chercher une autre explication, capable de rendre compte des réapparitions de la fièvre aphteuse. J'ai eu l'occasion d'étudier avec M. Bertin, vétérinaire départemental, cinq foyers dans lesquels la maladie est apparue, alors que toute la région environnante en était indemne depuis plus d'une année. Ces foyers étaient distants et sans rapports entre eux; il s'agissait d'exploitations très modestes, ces cinq foyers avaient une caractéristique commune, celle de se trouver dans des régions d'aspect sauvage, au voisinage ou au contact de bois.

Il nous paraît que, plutôt que l'onglon des bovidés guéris, on doit suspecter le rôle, comme réservoir de virus, d'un hôte étranger, vertébré sauvage ou invertébré piqueur.

La séance est levée à $15^{h}35^{m}$.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 SEPTEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Émile Picard** dépose sur le bureau la troisième édition du Tome II de son *Traité d'Analyse*. En dehors des matières traitées dans l'édition précédente et de divers perfectionnements de détail, on y trouvera des propositions sur les développements en séries d'exponentielles, quelques théorèmes généraux sur les fonctions holomorphes, l'application des suites normales de M. Montel à l'étude des fonctions uniformes dans le voisinage d'un point singulier essentiel isolé, le problème de la représentation conforme sur un cercle d'une aire simplement connexe à frontière quelconque, et une étude élémentaire directe des intégrales abéliennes de seconde espèce et de leur périodicité.

NAVIGATION. — *Manœuvres, de* sécurité maximum, *pour éviter les abordages en mer.* Note de M. **F.-E. Fournier.**

1. Les seules règles internationales établies jusqu'ici, en vue d'empêcher les abordages en mer, dans la brume, sont insuffisantes, à cause de leur imprécision, même dans le cas le plus simple, du croisement, à portée de leurs signaux de reconnaissance par la T. S. F., de deux bâtiments à moteurs, naviguant isolément. Ce cas est d'ailleurs le seul ayant été envisagé par ces règles, tellement il est manifeste qu'elles sont inapplicables à tous les autres, les plus redoutables précisément, dans la brume, notamment : *à un grand nombre*, quelconque, de ces navires, naviguant isolément, ou aux *guides* de deux escadres, ou convois, en lignes de file, que la conver-

gence de leurs routes auraient conduits, dans ces deux cas distincts, à échanger simultanément, pour la première fois, par la T. S. F. de l'un à l'autre, leurs signaux de reconnaissance caractéristique, à leur portée limite commune, fixée pour le temps de brume, $D_0 = 4000^m$, par exemple.

Il en résulte, pour tous les navires, comme pour les escadres, enveloppés par la brume, une insécurité d'autant plus alarmante qu'elle augmentera nécessairement, en proportion du développement progressif inévitable de la navigation commerciale et militaire, si l'on n'y met pas un terme, actuellement. Mais comment?

2. En adoptant, à la suite d'une entente maritime internationale, le code des *manœuvres de sécurité maximum* que j'ai soumis à l'examen de notre département de la marine, parce qu'elles sont, on va le voir, les seules applicables à tous les cas, même les plus redoutables dans la navigation en brume, aussi aisément qu'aux cas les plus simples uniquement envisagés jusqu'ici.

Considérons, par exemple, en effet, le cas de bâtiments à moteurs naviguant isolément, ayant été conduits en nombre quelconque, par la convergence générale de leurs routes, à échanger, simultanément de l'un à l'autre, pour la première fois, leurs signaux de reconnaissance caractéristiques, par la T. S. F., à leur portée limite commune, fixée pour le temps de brume, $D_0 = 4000^m$.

Ils s'y trouveront nécessairement échelonnés à ce même intervalle, D_0, de la gauche à la droite de leur contour polygonal. Chacun d'eux devrait alors y procéder, aussitôt, à l'observation et à la manœuvre de *sécurité maximum*, suivantes : Déterminer avec son *radiogoniomètre spécial* (¹), *le gisement exact* du navire voisin qui est *sur la droite* de sa route, et effectuer une brusque inflexion de sa route, d'abord *sur la droite* de sa direction, jusqu'au cap perpendiculaire à ce gisement, ensuite de 90° dans l'autre sens; puis suivre le cap provisoire, parallèle à ce gisement initial, auquel il aura été conduit ainsi, jusqu'au point où, relevant avec son radiogoniomètre, parallèlement à sa route primitive, le nouveau gisement correspondant de ce bâtiment voisin de droite, il pourra revenir alors, définitivement, à cette route primitive vers sa destination. Quant au bâtiment situé à l'extrémité droite de ce contour polygonal initial, où il est le seul à n'avoir pas de voisin sur la droite de sa route, il devrait déterminer, en même temps que les autres, mais exceptionnellement, le

(¹) En bonne voie de réalisation par les physiciens spécialistes de la T.S.F.

gisement exact du navire étant *à la gauche* de sa route et exécuter, immédiatement après, une simple manœuvre de sécurité nécessaire, *par déboîtement* : consistant à infléchir brusquement sa route, d'abord *sur la droite* de sa direction jusqu'au cap perpendiculaire à ce gisement et à revenir ensuite définitivement à sa route primitive vers sa destination, les manœuvres par dérobement de tous les autres navires ayant précisément pour objet de concourir à lui assurer libre cours à cet effet, sans les exposer eux-mêmes à aucun risque d'abordage.

Dans le cas limite où le contour polygonal de tous les navires serait *fermé* et les exposerait ainsi par la convergence générale de leurs routes vers le centre de ce polygone à s'y aborder tous, il suffirait donc à chacun d'eux d'y exécuter ensemble, sans exception, la *manœuvre de sécurité maximum par dérobement*, qu'on vient de définir, pour les soustraire du même coup, très aisément, on le voit, à cette catastrophe.

Il convient d'ajouter enfin, comme un autre argument décisif en faveur de l'emploi systématique de ces manœuvres de sécurité maximum, qu'il enlèverait au commandant de chaque navire toute autre responsabilité que celle, d'un ordre purement technique, de la direction de ces manœuvres réglées, alors, jusque dans leurs moindres détails, par une entente internationale, et lui laissant donc la tranquillité d'esprit nécessaire à l'accomplissement efficace de ce devoir professionnel, pour la sauvegarde des intérêts multiples dont il a charge.

SPECTROSCOPIE. — *Recherches complémentaires sur la structure et la distribution des spectres de bandes.* Note de M. **H. Deslandres**.

I. Trois Notes précédentes ont été présentées cette année sous le même titre [1]; elles se rapportent à la distribution des bandes dans les spectres infrarouges d'absorption dus à neuf gaz de composition chimique simple (O^2, OC, NCH, OH^2, NH^3, CH^4, FH, ClH et BrH). Les résultats ont été résumés dans la formule suivante :

$$\nu = qd_1/rs \pm q'd_1/r's', \tag{1}$$

ν étant la fréquence de la bande et d_1 une constante universelle égale à 1062,5; s étant le nombre des atomes ou des grands anneaux d'électrons dans la molécule, et s' le nombre des électrons extérieurs ou mieux des

[1] *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1454, et 1980; **181**, 1925, p. 265.

charges positives libres du noyau dans l'un des atomes (qui jusqu'ici a été le plus lourd) ([1]); q, r, q', r' étant des nombres entiers quelconques.

Le premier terme qd_1/rs donne les bandes principales d'absorption, et a été reconnu dans les neuf spectres. Le second terme $\pm q'd_1/r's'$ représente les petits maxima secondaires des bandes principales; il a été vérifié sur les cinq spectres précédents qui ont pu être observés avec une dispersion notable.

La formule (1) a été présentée avec une certaine réserve, étant appuyée seulement sur neuf spectres. J'apporte aujourd'hui des preuves nouvelles au moins pour le premier terme qd_1/rs, en utilisant les nombreuses mesures de Coblentz sur l'absorption infra-rouge de corps très divers, publiées en 1905 ([2]). Ces mesures, faites avec grand soin mais avec la dispersion relativement faible d'un seul prisme, s'étendent de la longueur d'onde infrarouge 1^μ, jusqu'à 14^μ, c'est-à-dire jusqu'à la limite de transparence du sel gemme. Je me suis borné aux corps qui ont une composition chimique simple, et en m'attachant surtout à ceux qui ont été observés à l'état de gaz; car l'absorption du corps à l'état liquide ou dissous est, comme on sait, parfois un peu différente. Les résultats sont réunis dans le tableau suivant :

BANDES D'ABSORPTION INFRAROUGES COMPARÉES AUX MULTIPLES DE d_1/rs : $d_1 = 1062,5$.

Longueur d'onde en μ.	Intensité d'absorption de 10 à 1, 10 étant la plus forte.	Nombre de vibrations dans 1cm.		Comparaison avec d_1/rs.		
Méthane CH^4; C = 1, H = 2; $s = 5$.						
2,35	1,5	4250	=	$20\,d_1/5$	+	0
3,31	4,5	3021	=	$57\,d_1/20$	−	7
7,71	7,7	1298,7	=	$6\,d_1/5$	+	23,7
Acétylène C^2H^2; C = 1, H = 1; $s = 4$.						
3,08	3,0	3250	=	$49\,d_1/16$	−	4
3,69	0,6	2710	=	$41\,d_1/16$	−	12
7,57 do.	8,6	1321	=	$5\,d_1/4$	−	7
13,63	10,0	733,7	=	$11\,d_1/16$	−	3,2

([1]) L'atome léger doit donner aussi des maxima secondaires, qui, avec l'hydrogène ($s' = 1$), peuvent se réduire à $\pm q'd_1$. C'est justement le cas avec les bandes ultraviolettes d'absorption et de phosphorescence du benzène, (C^6H^6), examinées plus loin.

([2]) COBLENTZ, *Investigations on Infra red Spectra* (*Carnegie Institution*), 1905.

Longueur d'onde en μ.	Intensité d'absorption de 10 à 1, 10 étant la plus forte.	Nombre de vibrations.	Comparaison avec d_1/rs.

Éthylène C^2H^4; $C=1$, $H=1$; $s=6$.

2,31	1,6	4329	$= 49\,d_1/12 - 9$
3,28	6,3	3048,8	$= 69\,d_1/24 - 6$
4,32	1,4	2314,8	$= 13\,d_1/6 + 13$
5,30	4,8	1869	$= 21\,d_1/12 + 10$
6,98	8,2	1432,7	$= 8\,d_1/6 + 16$
10,50	10,0	952,4	$= 16\,d_1/18 + 8$
11,08	10,0	902,4	$= 5\,d_1/6 + 17$

Chloroforme $CHCl^3$ liquide; $C=1$, $H=1$, $Cl=2$; $s=8$.

1,69	2,3	5917	$= 89\,d_1/16 + 7$
3,32	4,0	3009	$= 68\,d_1/24 - 1$
4,40	2,7	2273	$= 17\,d_1/8 + 16$
6,80	6,1	1470,6	$= 11\,d_1/8 + 9,6$
8,30	9,7	1204,8	$= 9\,d_1/8 + 9,5$
9,60	7,3	1041,7	$= 8\,d_1/8 - 21$
10,82	7,5	924,3	$= 7\,d_1/8 - 5$
11,80	7,5	847,5	$= 19\,d_1/24 + 6$

Tétrachlorure de carbone CCl^4 liquide; $C=1$, $Cl=2$; $s=9$.

6,51 do	8,0	1538,5	$= 13\,d_1/9 + 4$
8,13 do	4,0	1229,0	$= 21\,d_1/18 - 10$
10,1	4,2	990,1	$= 17\,d_1/18 - 13$
12,95 do	10,0	772,2	$= 13\,d_1/18 + 5$

Éthane C^2H^6; $C=1$, $H=1$; $s=8$.

2,36	1,8	4237	$= 24\,d_1/8 - 13$
3,39	7,0	2950	$= 22\,d_1/8 + 27$
6,85	9,0	1460	$= 11\,d_1/8 - 1$
11,94	7,0	837,5	$= 19\,d_1/24 - 3,5$

Anhydride carbonique CO^2 absorption; $C=1$, $o=1$; $s=3$.

2,75	1,8	3636,4	$= 41\,d_1/12 + 6$
4,29	5,1	2338	$= 13\,d_1/6 + 29$
14,65	4,5	682,6	$= 2\,d_1/3 - 25$

Anhydride carbonique CO^2 émission bec Bunsen.

4,40	»	2273	$= 13\,d_1/6 - 25$
14,10	»	707,2	$= 2\,d_1/3 + 1$

Longueur d'onde en μ.	Intensité d'absorption de 1 à 1, 10 étant la plus forte.	Nombre de vibrations.	Comparaison avec d_1/rs.
Oxyde de carbone CO émission tube à vide; $s=2$.			
4,75	»	2105	$= 4d_1/2 - 20$
Acide sulfhydrique SH^2 (¹); $s=2$, $H=1$; $s=4$.			
4,24	2,0	2358	$= 53d_1/24 + 12$
5,60	1,6	1786	$= 27d_1/16 - 7$
7,12	1,2	1405	$= 16d_1/12 - 11$
7,78	2,3	1284	$= 29d_1/24 + 0$
8,46	1,9	1184	$= 9d_1/8 - 11$
9,65	1,2	1036	$= 4d_1/4 - 24$
10,08	1,0	992	$= 15d_1/16 - 4$
α. *Acide sulfureux* SO^2; $S=2,0$; $s=4$.			
3,18	2,4	3145	$= 71d_1/24 + 2$
3,97	2,3	2519	$= 19d_1/8 - 4$
5,68	2,5	1760,6	$= 20d_1/12 - 10$
7,4	10	1351	$= 5d_1/4 + 23$
8,7	10	1149	$= 13d_1/12 - 2$
10,37	4,3	964,3	$= 11d_1/12 - 9$
Sulfure de carbone CS^2 liquide; $C=1$; $S=2$; $s=5$.			
3,22	2	3100	$= 44d_1/15 - 12$
4,6	6,0	2174	$= 41d_1/20 - 4$
6,75	10,0	1481,5	$= 7d_1/5 - 6$
11,75	7,6	851,1	$= 4d_1/5 - 1$
13,45	7,0	743,5	$= 21d_1/30 + 0$
Soufre cristallisé solide $S=2$; $s=10$.			
7,9	8,5	1266	$= 12d_1/10 - 9$
10,85	9	921,6	$= 26d_1/30 + 0,8$
11,80	10	847,4	$= 8d_1/10 - 3,4$

Dans l'ensemble, l'accord avec la formule (1) est satisfaisant; et, fait important, dans ce tableau et dans les tableaux similaires antérieurs, les bandes qui sont reliées à d_1/s ou correspondent à $r=1$, sont les plus fortes

(¹) Le spectre de SH^2 est faible, et présenté par Coblentz comme douteux, le gaz pouvant être impur.

du spectre, ou, tout au moins, sont parmi les plus fortes. J'ai présenté d'abord les trois composés CH^4, C^2H^2, C^2H^4, qui sont à la base des séries acycliques d'hydrocarbures, et ensuite trois dérivés simples de CH^4. J'aurais voulu juxtaposer le spectre du benzène (C^6H^6, $s = 12$) qui commande l'importante série aromatique ; mais, si l'absorption ultraviolette de la vapeur de benzène est bien déterminée, son absorption infrarouge n'a pas encore été relevée, à ma connaissance, et le laboratoire de Meudon n'a pas encore terminé l'installation compliquée et coûteuse qui assure la mesure précise des radiations infrarouges. J'ai préféré attendre, d'autant que les bandes d'absorption ultraviolettes du benzène liquide et du benzène en vapeur ont des différences notables ([1]).

Puis vient l'anhydride carbonique, connu depuis longtemps pour les variations grandes de ses bandes avec la température ; aussi a-t-on indiqué leurs positions à la température ordinaire et à la température du bec Bunsen ; les bandes oscillent autour de positions conformes à la loi. Ces variations annoncent des changements moléculaires, et il conviendra de les relever jusqu'à la température de liquéfaction du gaz.

Les corps du tableau qui suivent contiennent du soufre, dont l'atome, comme celui du chlore, comprend deux grands anneaux d'électrons ; aussi, dans le calcul du nombre entier s, ces atomes comptent double. L'accord avec la formule (1) est aussi bon que pour les corps précédents.

Le dernier spectre d'absorption est celui du soufre naturel octaédrique, et la liaison avec la constante d_1 conduit à penser que les atomes du soufre sont groupés par cinq dans le cristal.

Finalement la formule (1), au moins pour le premier terme, est vérifiée sur 20 corps composés. Or le grand Mémoire de Coblentz donne les spectres d'absorption de 110 corps différents, la plupart organiques ; les 20 corps

---

([1]) Ces différences sont signalées dans un beau travail récent de Victor Henry (*Journ. Phys.*, 3, 1922, p. 205). A noter que les bandes ultraviolettes d'absorption du benzène gazeux obéissent à la loi que j'ai posée en 1919 : les bandes les plus fortes des séries sont des multiples de d_1 ($36\,d_1$, $37\,d_1$, $38\,d_1$ et $39\,d_1$). De même avec les six bandes ultraviolettes de phosphorence du benzène liquide, les deux plus fortes correspondent à $33\,d_1$ et $34\,d_1$. Enfin on peut rappeler que la race ultime du carbone neutre λ 2478, est, en fréquences, à une faible différence près, égale à $38\,d_1$. Le carbone et ses composés sont manifestement sous la dépendance de la constante d_1.

D'ailleurs les spectres infrarouges d'absorption du benzène liquide ($s = 12$), du benzène monochloré liquide ($s = 13$), du benzène monobromé liquide ($s = 15$), sont conformes à la formule (1) de cette Note ; mais, pour un corps aussi important que le benzène, je préfère attendre que la recherche soit étendue à la vapeur.

étudiés ici sont ceux qui ont la structure la plus simple. Les autres sont des composés de substitution, des composés complexes, pour lesquels le nombre entier *s* est grand; la précision des mesures est alors insuffisante et, *a priori*, il est probable que la loi simple de la formule (1) ne s'applique pas à tous. De même, avec les spectres de lignes, la théorie de Bohr, si justement célèbre, explique d'une manière complète, seulement les spectres de l'hydrogène et de l'hélium ionisé; pour les autres éléments plus complexes, elle est en défaut sur plusieurs points. Les limites d'application de la formule (1) aux spectres de bandes infrarouges seront examinées dans une Note ultérieure.

BIOLOGIE. — *Les premières cinèses parthénogenésiques chez* Bufo vulgarsi *et le mécanisme de la régulation.* Note [1] de M. E. **Bataillon.**

L'étude cytologique de la parthénogenèse traumatique est très lacunaire et la rectification des mitoses d'activation reste la grosse énigme, même dans le cas classique des Échinodermes. J'ai repris la question et résumerai dans cette Note les résultats obtenus sur les œufs de *Bufo vulgaris* dégagés de leur gangue par le cyanure. Pas plus que chez la grenouille, je n'ai vu l'énergide femelle précoce décrite par Herlant [2], comme homologue de l'énergide spermatique dans la fécondation. Le pronucleus de nos œufs piqués ne montre pas traces d'irradiation à l'origine (même après 2^h, $2^h 45^m$ et $3^h 15^m$ pour une température de 17°).

Mais la division en deux du pronucleus est-elle synchrone chez les œufs simplement activés et chez les inoculés? La rectification se réduit-elle au refoulement, par les asters d'inoculation, d'une mitose raccourcie identique dans les deux cas? Le matériel introduit par le stylet est-il ici encore reconnaissable? Comparons après $3^h 15^m$ les œufs piqués tels quels à ceux qu'on a souillés au préalable au sang de l'espèce.

Sur les premiers, le *pronucleus est au repos;* tout au plus le vitellus commence à se tasser sur le pourtour de la membrane : mais il n'y a pas de radiations, c'est la phase de gonflement du noyau qui aboutira prochainement au monaster.

Dans le matériel souillé de sang, 3 œufs sur 4 sont dans le même cas :

---

(1) Séance du 21 septembre 1925.

(2) M. Herlant, *Étude sur les bases cytologiques du mécanisme de la parthénogenèse expérimentale chez les Amphibiens* (*Archives de Biol.*, 28, 1913, p. 526-531).

Un seul est inoculé; il est en métaphase et présente un puissant aster marginal avec un polynucléaire indiscutable.

Ailleurs, je relève, sur une série semblable, *une superbe métaphase bien orientée et qui par son ampleur ne diffère en rien de la métaphase amphimixique.* Sur l'un des bords de l'œuf, un champ ovalaire déblayé de vitellus renferme, avec un appareil astérien à deux centres, un mononucléaire très net.

Entre les deux systèmes s'épanouissent plusieurs cytasters dont la taille dépasse celle des monasters qui bientôt vont poindre sur les œufs non inoculés. Sur ces bases, *l'accélération et l'accentuation du gel centré paraissent aussi indéniables que la présence d'éléments nucléés au point d'inoculation.*

Nous allons voir que *les monasters d'activation* ont eux-mêmes une destinée variable, mais *n'aboutissent point à une caryocinèse régulière.*

Considérons les œufs activés par simple piqûre depuis 3^h45^m. Divers cas se présentent qu'on peut sérier comme suit :

Premier cas. — A côté du monaster encore minuscule, où sont localisés les chromosomes, se dessine une petite aire radiée qui n'en a pas.

Deuxième cas. — Le monaster volumineux a achevé son épanouissement et reconstitué son noyau; il est conjugué avec une sphère vide (anucléée) d'un diamètre quatre fois moindre, simulant un bourgeon du système principal.

Troisième cas. — La différence de calibre entre les deux sphères est moindre; mais une seule (la plus volumineuse et la plus régressée) renferme tous les chromosomes revenus à la forme vésiculeuse. La sphère sans noyau avec ses puissants rayons est en retard dans son évolution sur la sphère principale : c'est la condition de pleine cinèse opposée à celle de télophase extrême. Tel est l'*état le plus fréquent.*

Quatrième cas. — Cette gradation nous mène à l'éventualité plus rare où une égalité approximative des centres donnerait l'illusion d'une anaphase ou d'une télophase. Que le monaster se dilate en deux asters presque symétriques de part et d'autre de l'amas chromosomique et nous avons deux sphères conjuguées empâtées de vitellus. Vers le plan par lequel elles s'affrontent, chacune porte une encoche déblayée où l'on décèle péniblement quelques chromosomes. Impossible de découvrir une seule vraie métaphase. Le clivage des chromosomes n'a été vu nulle part, et leur répartition paraît très inégale.

A 4^h30^m, les incisions cytoplasmiques sont apparues, une ou plusieurs; néanmoins, il y a couramment deux secteurs principaux. Avec l'asymétrie que j'ai décrite comme la règle, l'un des territoires correspond au cytaster,

l'autre à la sphère nucléée. Ici un monaster de deuxième ordre a succédé au premier; mais il arrive qu'on retombe encore sur la troisième éventualité visée ci-dessus : des chromosomes vésiculeux à charpente très chromophile et dont le nombre n'est certainement pas le nombre diploïde. Au quatrième cas décrit plus haut comme exceptionnel correspond maintenant un double monaster : la répartition des chromosomes sur les deux formations paraît quelconque.

Dans les mêmes délais (après $4^h 30^m$), les inoculés sont à l'anaphase de la division en quatre et de splendides fuseaux nous montrent la scission longitudinale des chromosomes.

En résumé, cette *analyse de l'activation par piqûre* nous ramène logiquement aux *conditions de déséquilibration et d'asynchronisme* que je visais en 1904 (1). L'activation osmotique isolait déjà un territoire nucléé d'un territoire à cytaster, ou bien distribuait inégalement la chromatine sur les pôles d'une cinèse anachrone. *Ici l'asynchronisme s'étend aux sphères*, conjuguées secondairement avec le monaster et dérivées vraisemblablement des principes actifs qui en diffusent. Comme chez l'oursin, *la karyokinèse initiale est monocentrique, la bipolarité secondaire est toujours imparfaite. Le matériel nucléaire importé par le stylet rétablit l'ordre cinétique normal* en accentuant et en précipitant le gel. On peut envisager aussi un rôle adjuvant des asters d'inoculation dont la seule présence (et quels que soient d'ailleurs leur nombre et leur position) crée sur le champ d'action du pronucléus le grand diamètre propice à l'apparition immédiate d'un système bipolaire. C'est le point de contact entre ma thèse et celle de Herlant.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des fonctions presque périodiques*. Note de M. **A. S. Besicovitch**, présentée par M. Jacques Hadamard.

M. H. Bohr (2) a créé la théorie des fonctions presque périodiques. Il s'est toutefois borné au domaine des fonctions uniformément continues, une généralisation a été donnée par M. Stepanoff (3).

(1) E. Bataillon, *Nouveaux essais de Parthénogenèse expérimentale chez les Vertébrés inférieurs* (*Arch. f. Entw. mech.*, **18**, 1904, p. 40-48).

(2) *Acta Mathematica*, **45**, 1924, p. 29-127, et **46**, 1925, p. 101-214.

(3) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 90.

Les fonctions de Bohr et de M. Stepanoff (III) ne donnent pas lieu au théorème de Riesz-Fischer, ce que nous montrerons dans le n° 1 ; on arrive à ce théorème par une autre extension des fonctions susdites.

1. Pour une série

$$\Sigma a_n e^{i\lambda_n x} \tag{1}$$

à coefficients positifs, pour laquelle la série Σa_n est divergente et la série Σa_ν^2 est convergente, et aux exposants λ_n situés tous dans l'intervalle $\left(-\frac{\pi}{3}, +\frac{\pi}{3}\right)$, les sommes $s_n(x) = \sum_{\nu=1}^{n} a_\nu e^{i\lambda_\nu x}$ sont plus grandes que $\frac{1}{2}\sum_{\nu=1}^{n} a_\nu$ dans $(-1 \leqq x \leqq +1)$ et par conséquent croissent indéfiniment avec n.

D'après la presque périodicité de la fonction $s_n(x)$, les intervalles dans lequels $s_n(x)$ est très grande se répètent d'une manière périodique. D'autre part, pour une fonction quelconque de M. Stepanoff (III), l'intégrale

$$\int_\alpha^{\alpha+1} |f(x)|^2\, dx$$

a une borne supérieure indépendante de α. C'est pourquoi on peut choisir une suite de nombres positifs $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots$ de telle manière que, pour une fonction arbitraire de M. Stepanoff $f(x)$, les inégalités

$$\mathrm{M}\{|f(x) - s_n(x)^2|\} = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{2T}\int_{-T}^{+T} |f(x) - s_n(x)|^2\, dx > \alpha_n \tag{2}$$

aient lieu à partir d'un indice $n = \mathrm{N}$ assez grand.

D'autre part il est possible de choisir les coefficients a_n de façon que, pour une suite de nombres $n_1, n_2, n_3, \ldots$, les inégalités

$$l_{n_i} = a_{n_i+1}^2 + a_{n_i+2}^2 + \ldots < \alpha_{n_i} \tag{3}$$

soient vérifiées. Or, si (1) était la série de Fourier d'une fonction $f(x)$ de M. Stepanoff, on aurait la relation

$$\mathrm{M}\{|f(x) - s_{n_i}(x)|^2\} = l_{n_i}$$

qui n'est pas compatible avec (2) et (3).

2. Nous appelons $f(x)$ une fonction *presque périodique généralisée*, s'il existe une suite de fonctions presque périodiques $f_1(x), f_2(x), \ldots$ donnant lieu à la relation

$$\lim_{n=\infty}\left[\limsup_{T\to\infty} \frac{1}{2T}\int_{-T} |f(x) - f_n(x)|^2\, dx\right] = 0.$$

Alors (corollaire de théorèmes de M. H. Bohr et de M. Carlson) :

La fonction $f(x)$ possède une série de Fourier satisfaisant à la relation de Parseval. De plus, étant données les séries de Fourier des fonctions $f_n(x)$ sous la forme $f_n(x) \sim \Sigma a_j^{(n)} e^{i\lambda_j x}$ (quelques-uns des coefficients $a_j^{(n)}$ pouvant être égaux à zéro), la série de $f(x)$ aura la forme

$$f(x) = \Sigma a_j e^{i\lambda_j x},$$

où

$$a_j = \lim_{n \to \infty} a_j^{(n)}.$$

3. *A une série quelconque $\Sigma a_n e^{i\lambda_n x}$ pour laquelle la série $\Sigma |a_n|^2$ est convergente, il correspond une fonction presque périodique généralisée $f(x)$ dont elle est la série de Fourier* (théorème de Riesz-Fischer).

Mais il n'y a pas d'unicité, parce qu'il y a des fonctions $\varphi(x)$ avec

$$\mathrm{M}\{|\varphi(x)|^2\} = 0.$$

L'idée de la construction d'une telle fonction $f(x)$ ayant la série susdite comme série de Fourier est la suivante. On peut diviser l'intervalle total

$$-\infty < x < +\infty$$

en une suite d'intervalles

$$\ldots,\quad \mathrm{I}_{-k},\quad \mathrm{I}_{-k+1},\quad \ldots,\quad \mathrm{I}_{-2},\quad \mathrm{I}_{-1},\quad \mathrm{I}_{+1},\quad \mathrm{I}_{+2},\quad \ldots,\quad \mathrm{I}_{+k},\quad \ldots$$

de telle façon que la fonction $f(x)$, définie dans I_{-k} et I_k par la somme

$$\sum_{\nu=1}^{k} a_n e^{i\lambda_n x} \qquad (k = 1, 2, \ldots),$$

soit une fonction presque périodique généralisée avec la série $\Sigma a_n e^{i\lambda_n x}$ comme série de Fourier.

4. Voici une autre solution du même problème. Pour des constantes réelles b_n croissant assez rapidement, la série convergente

$$(4) \qquad \mathrm{F}(z) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{z}{z - b_n} a_n e^{\lambda_n z}, \qquad z = \sigma + ix$$

représente aussi pour $\sigma = 0$ une fonction presque périodique généralisée avec $\Sigma a_n e^{i\lambda_n x}$ comme série de Fourier.

Pour des valeurs convenables des constantes b_n, la série (4) représente une fonction analytique dans le plan $z = \sigma + ix$ avec des pôles aux points b_n. S'il y a un intervalle $\alpha < \sigma < \beta$, où la série $\Sigma |a_n^2| e^{2\lambda_n \sigma}$ converge, le choix des constantes b_n peut être que $\mathrm{F}(z)$ soit presque périodique généralisée sur chaque droite située dans la bande $\alpha < \sigma < \beta$.

5. Une fonction $f(x)$ continue dans l'intervalle $(-\infty < x < \infty)$, qui de

plus y est bornée ou y satisfait seulement à la relation $\frac{f(x)}{x} \to 0$, et en outre est à variation bornée dans chaque inservalle fini, peut être représentée d'une infinité de manières par une série de la forme $\Sigma\, a_n e^{i\lambda_n x}$ convergente en tous les points x. Ainsi pour les fonctions presque périodiques, il n'y a pas d'analogue du théorème de du Bois-Reymond.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques valeurs moyennes d'une fonction analytique.* Note [1] de M. F. **Carlson**, transmise par M. Hadamard.

1. Soit $f(s)$ une fonction analytique de la variable complexe $s = \sigma + \tau i$ régulière dans le domaine D : $\alpha < \sigma < \beta$; $\tau \geqq 0$. Supposons qu'à tout $\delta > 0$ correspondent des nombres C et m tels que $|f(s)| < C\tau^m$ pour

$$\alpha + \delta \leqq \sigma \leqq \beta - \delta;\ \tau \geqq 1.$$

Définissons le nombre $\mu(\sigma)$ par les relations

$$\text{(1)} \qquad \limsup |f(s)|\, \tau^{-\mu(\sigma)+\varepsilon} = \infty, \qquad \lim f(s)\, \tau^{-\mu(\sigma)-\varepsilon} = 0$$

et supposons $\mu(\sigma)$ fini à l'intérieur de (α, β). Posons

$$j(\sigma) = \int_0^\infty |f(\sigma + \tau i|^\varkappa d\varepsilon$$

et

$$\mathrm{I}(\sigma, \omega) = \int_0 |f(s)|^\varkappa d\tau \qquad \text{ou} \qquad \mathrm{I}(\sigma, \omega) = \int_\omega^\infty |f(s)|^\varkappa d\tau,$$

suivant que j diverge ou converge. $\varkappa$ est un nombre réel; je supposerai $\varkappa \geqq 1$. J'introduis une fonction $\nu(\varkappa, \sigma)$ définie de la manière suivante : ν *est le nombre le plus petit tel que pour* σ *et* $\varkappa$ *fixes*

$$\text{(2)} \qquad \mathrm{I}(\sigma, \omega) = \mathrm{O}\,\omega^{\nu(\varkappa, \sigma)+\varepsilon}.$$

On voit facilement que ν est une fonction convexe de $\varkappa$; pour $\varkappa \geqq 2$ l'expression $\frac{\nu}{\varkappa}$ est une fonction convexe des deux variables σ et $\frac{1}{\varkappa}$. De plus on a

$$\nu(\alpha, \sigma) \geqq 1 + \alpha\mu(\sigma).$$

A. *Pour* $\varkappa$ *fixe*, $\nu(\varkappa, \sigma)$ *est une fonction convexe de* σ *à l'intérieur de* (α, β). *On a*

$$\nu(\varkappa, \sigma') \geqq \varkappa\mu(\sigma),$$

de sorte que

$$\mu(\sigma) = \lim_{\varkappa = \infty} \frac{\nu(\varkappa, \sigma)}{\varkappa}.$$

---

[1] Séance du 21 septembre 1925.

Considérons un intervalle (α', β') intérieur à (α, β) et désignons par $\mathcal{L}(\sigma)$ la fonction linéaire qui prend les valeurs

$$\mathcal{L}(\alpha') = \nu(\varkappa, \alpha'), \qquad \mathcal{L}(\beta') = \nu(\varkappa, \beta').$$

Il existe un nombre $C = C(\varepsilon)$ tel que

$$\omega^{-\mathcal{L}(\sigma)} I(\sigma, \omega) \leqq \omega^{-\nu(\varkappa, \sigma)} I(\sigma, \omega) < C\omega^{\varepsilon} \qquad (\varepsilon > 0)$$

pour $\alpha' \leqq \sigma \leqq \beta'$, $\omega \geqq 1$ et ε arbitrairement petit. Il peut arriver que le premier membre de ces inégalités reste fini. Dans ce cas il possède la propriété suivante :

B. *Soit (α', β') un intervalle intérieur à (α, β) et tel que*

$$\nu(\varkappa, \alpha')\, \nu(\varkappa, \beta') \geqq 0.$$

Soit $\mathcal{L}(\sigma)$ ladite fonction linéaire; supposons que $\mathcal{L}$ ne s'annule pas identiquement. Si l'expression

$$m(\varkappa, \sigma) = \limsup_{\omega = \infty} \omega^{-\mathcal{L}(\sigma)} . I(\sigma, \omega)$$

est finie pour $\sigma = \alpha'$ et $\sigma = \beta'$, ou bien m est nulle partout à l'intérieur de (α', β') ou bien $\log m$ *est une fonction convexe de σ à l'intérieur de (α', β').*

Dans le cas particulier où f est périodique par rapport à τ, elle peut être transformée en une fonction $F(x)$ uniforme et régulière dans un domaine

$$r < |x| < R.$$

Alors m aura la valeur

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} | F(\rho e^{i\varphi}) |^{\varkappa} d\varphi$$

et notre théorème se confond avec un théorème connu de M. Hardy [1].

On peut montrer que $\log m$ n'est pas nécessairement convexe dans un intervalle (α', β') tel que $\nu(\varkappa, \alpha') . \nu(\varkappa, \beta') < 0$.

Nous avons exclu le cas où $\mathcal{L}$ s'annule identiquement; alors il s'agira de l'intégrale $j(\sigma)$:

Si $j(\sigma)$ converge pour $\sigma = \alpha'$ et $\sigma = \beta'$, elle converge et reste bornée dans (α', β'). Si $f(s)$ est réelle pour les valeurs réelles de s (dans l'intervalle considéré), $\log j$ *est une fonction convexe de σ à l'intérieur de (α', β').*

2. Au lieu du domaine D, considérons le domaine E :

$$\alpha < \sigma < \beta; \qquad -\infty < \tau < \infty.$$

Le nombre μ sera encore défini par les relations (1) si l'on y remplace $|f(s)|$

(1) *Proceedings of the London Math. Soc.*, 2e série, 14, 1915, p. 269-277.

par $|f(\sigma+\tau i)|+|f(\sigma-\tau i)|$. Par $I(\sigma, \omega)$ on désigne maintenant

$$I(\sigma, \omega)=\int_{-\omega}^{\omega}|f(s)|^{x}\,d\tau \quad \text{ou} \quad I(\sigma, \omega)=\int_{\omega}^{\infty}[|f(\sigma+\tau i)|^{x}+|f(\sigma-\tau i)|^{x}]\,d\tau$$

suivant que l'intégrale

$$i(\sigma)=\int_{-\infty}^{\infty}|f(s)|^{x}\,d\tau$$

diverge ou converge; $\nu(x, \sigma)$ est encore défini par (2). *Avec ces conventions tous les résultats énoncés ci-dessus pour le domaine* D *subsistent pour le domaine* E. En particulier, si $j(\sigma)$ converge pour $\sigma=\alpha'$ et $\sigma=\beta'$, $\log j$ *est une fonction convexe de* σ *à l'intérieur de* (α', β'). Pour le domaine E, la condition que $f(\sigma)$ soit réelle disparaîtra.

OPTIQUE. — *La polarisation de la lumière zodiacale.* Note de M. **Jean Dufay**, présentée par M. A. Cotton.

I. Les observations visuelles ont donné des renseignements contradictoires sur la polarisation de la lumière zodiacale ([1]). En reprenant l'étude de cette question par des procédés photographiques, j'ai constaté que *la lumière zodiacale était partiellement polarisée dans le plan* P *passant par la ligne de visée et par le Soleil.* Ce résultat confirme les observations anciennes de Ranyard et Burton ([2]).

a. Si, en effet, on photographie à travers un prisme de nicol un diaphragme éclairé par une petite région de la lumière zodiacale, on obtient des images dont la densité, variable avec l'orientation du prisme, est maximum quand la vibration utilisée est normale au plan P. Il faut naturellement croiser les observations pour pouvoir tenir compte de l'absorption atmosphérique, qui croît à mesure que la région visée se rapproche de l'horizon.

b. On évite cette complication en substituant au nicol un analyseur biréfringent qui donne deux images séparées du diaphragme et permet ainsi d'enregistrer simultanément deux vibrations rectangulaires.

c. Enfin, en photographiant la lumière zodiacale elle-même à travers un nicol précédé d'une bilame de Savart, on obtient des franges très marquées quand la vibration traversant le nicol est encore normale au plan P.

---

(1) Voir Fessenkoff, *Annales de l'Observatoire de Paris*, 30, 1914, p. E.40.

(2) *Monthly Notices*, 31, 1871, p. 171.

II. L'étude quantitative de la polarisation a été entreprise avec les deux premiers dispositifs. Il suffit d'étalonner les clichés sur la lumière zodiacale ou sur une source auxiliaire, avec des éclairements gradués et le même temps de pose [1], puis de les étudier au microphotomètre.

Supposons que la section principale du biréfringent coïncide avec le plan P [2]; soit i l'intensité de la vibration située dans ce plan, I celle de la vibration perpendiculaire, les mesures donnent directement la « dépolarisation »

$$\rho = \frac{i}{I},$$

d'où, si l'on veut, la *proportion de lumière polarisée*

$$p = \frac{1-\rho}{1+\rho}.$$

Les premières mesures (Montpellier, mars 1924) m'ont donné, à 48° et 65° du Soleil, $\rho = 0,77 \pm 0,04$. Elles étaient faites avec le nicol et relativement peu précises.

Une deuxième série, comprenant une trentaine de mesures, dont la précision est d'environ $\frac{1}{50}$, a été faite avec le biréfringent (Montpellier, janvier à mai 1925). Les petites régions étudiées, toutes situées au voisinage immédiat de l'écliptique, s'échelonnaient de 30° à 95° du Soleil. L'ensemble des résultats donne une première idée de la variation de la dépolarisation ρ (ou de la proportion de lumière polarisée p), en fonction de la distance angulaire au Soleil d. Le tableau suivant montre qu'après avoir décru lentement de 30° à 60° du Soleil, la dépolarisation semble passer par un minimum, puis croître beaucoup plus vite [3] :

d	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	75°.	80°.	85°.	90°.
ρ	0,780	0,775	0,765	0,74	0,77	0,825	0,88	0,925	0,950
p	0,125	0,125	0,130	0,15	0,13	0,100	0,06	0,040	0,025

(1) On place contre le diaphragme photographié une lame absorbante sensiblement neutre, divisée en plusieurs secteurs de densités différentes, de manière à réaliser l'étalonnage de la plaque avec une seule pose. Les densités des secteurs absorbants sont mesurées par photographie dans les conditions mêmes de leur emploi.

(2) Il est facile de tenir compte d'une erreur d'orientation de quelques degrés.

(3) Les nombres contenus dans ce tableau sont les valeurs moyennes déduites de l'ensemble des mesures. Les valeurs de ρ obtenues pour une même distance d présentent en effet, d'un jour à l'autre, des écarts supérieurs aux erreurs de mesure et qui atteignent parfois 0,04. Ce fait peut être dû aux perturbations apportées par les

III. Ces observations confirment le fait généralement admis que la lumière zodiacale n'est que de la lumière solaire diffusée. On sait d'ailleurs que son spectre contient les principales raies solaires ([1]). Mais on ignore la grosseur et la répartition dans l'espace des particules diffusantes. Les mesures photométriques ont seulement conduit à penser que la densité des particules devait être une fonction décroissante de la distance linéaire au Soleil ([2]). L'étude quantitative de la polarisation et celle de la répartition spectrale de l'énergie permettront sans doute de préciser ces deux points. Déjà la connaissance approximative de la dépolarisation permet d'éliminer certaines hypothèses.

Il ne peut s'agir de molécules gazeuses réparties uniformément dans l'espace ou dont la densité décroîtrait quand la distance au Soleil augmente. Dans ce cas en effet, la courbe représentant les variations de ρ en fonction de d pourrait avoir même allure générale que la courbe expérimentale, mais les valeurs de ρ seraient toujours deux à trois fois plus faibles. On peut alors imaginer l'existence de particules relativement grosses dont les dimensions ne seraient plus négligeables par rapport aux longueurs d'onde.

GÉOLOGIE. — *Sur la Tectonique du champ de fractures de Ribeauvillé (Haut-Rhin) au nord de la Strengbach.* Note de M. **Arabu**, transmise par M. Ch. Depéret.

J'ai précédemment donné une liste des formations sédimentaires de cette région ([3]); l'esquisse provisoire que je présente ici complète ces données pour le cadre de bordure, déjà étudié par M. Van Werveke ([4]); je ne puis y signaler comme fait nouveau que la présence, au sud-est de Schlusselstein, du *Permien*, représenté par des grès et des arkoses, dépôts très

variations importantes de la transparence atmosphérique que j'ai constatées en même temps. L'atmosphère ne se comporte pas comme un simple écran absorbant : elle diffuse les radiations qu'elle reçoit de toutes les directions.

([1]) Voir Fessenkoff, *loc. cit.* Le spectre a été photographié par Fath en 1907. J'ai obtenu également quelques clichés conduisant au même résultat (*Bull. Soc. franç. de Phys.*, n° 200, 1924, p. 58-S.).

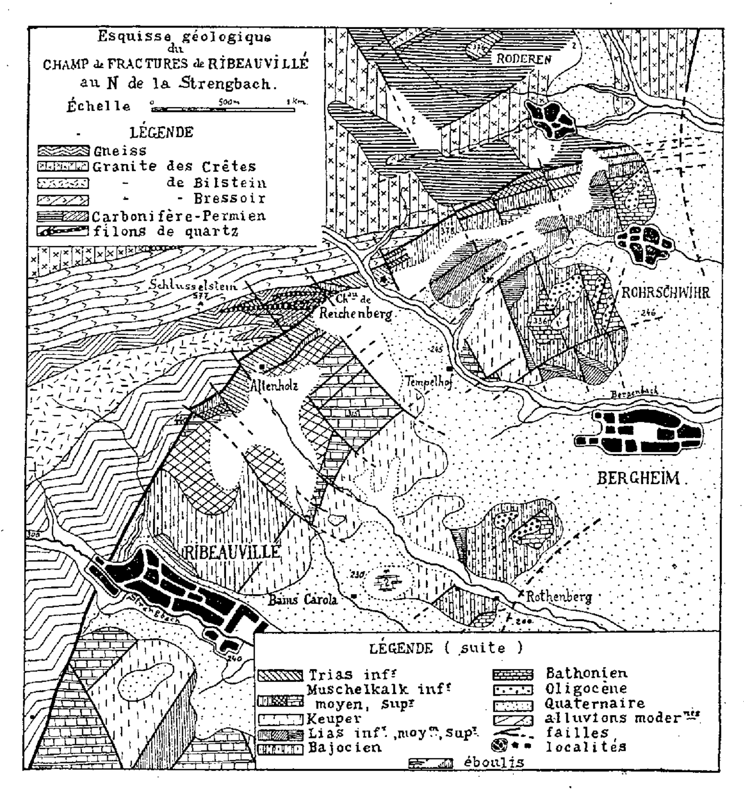
([2]) Fessenkoff, *loc. cit.*

([3]) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 220.

([4]) L. Van Werveke, *Geognostische Untersuchung Umgegend v. Rappoltsweiler* (*Mitt. Commission geol. Landes Untersuchung Els.-Lothr.*, 1, 1886, p. 179).

silicifiés, paraissant même, sur certains points, touchés par le métamorphisme.

La Tectonique de cette contrée ressemble à celle des régions similaires connues par le morcellement très poussé de l'ensemble; ressemblante aussi par l'existence d'une rangée de collines sous-vosgiennes, séparées de la montagne par une dépression, disposition réalisant cette inversion, bien connue en Alsace, du relief, par rapport à la Tectonique. Toutefois plusieurs particularités sont à noter au nord d'une ligne Altenholz-Bergheim :



I. La faille vosgienne n'est plus ici l'accident habituel simple, souvent unique, tel qu'il se présente à l'ouest de Ribeauvillé; au nord c'est à une zone de fractures assez large et très disloquée que l'on a affaire, où les différents terrains se montrent hachés en longues bandes accolées au cadre et présentant de fréquents renversements de pendage.

II. Visible surtout dans le nord-est de la contrée, une distribution zonaire des affleurements, due à des dislocations dirigées vers le SE qui

se traduisent dans la faille vosgienne par un froissement transversal et, en plusieurs endroits, par des sortes de décrochements.

III. La suite de collines sous-vosgiennes se rapproche peu à peu vers le nord de la faille vosgienne, dont elle n'est plus séparée au nord de Rohrschwihr que par une faible distance.

L'interprétation suivante me semble rendre compte assez bien de ces faits :

La déviation de la faille vosgienne vers le NE et l'ENE est liée d'une manière très apparente au notable changement qui se remarque dans la constitution du cadre de bordure, où les intrusions granitiques, spéciales à cette direction, se font jour, et à l'apparition de lambeaux de couches d'âge primaire, disloqués suivant la *direction varisque* NE. Sans voir dans le métamorphisme du Permien, sur lequel je reviendrai, le signe d'une phase orogénique bien intense, on doit l'attribuer néanmoins à une *reprise de ces mouvements varisques*, continuée à son tour par les venues siliceuses ayant constitué les épais filons de quartz au SE de Schlusselstein, venues dont la minéralisation, déjà notée, du Trias représente très probablement une nouvelle poussée, plus généralisée; cette direction, qui a dû jouer un rôle encore pendant le Secondaire, a pu être remise passivement en valeur au Tertiaire, lors de l'ennoyage rhénan.

Quant aux dislocations NW-SE, on peut se demander, au moins à titre d'hypothèse de travail, si elles ne représentent pas, en partie, un retentissement des mouvements d'âge secondaire, ou *cimmériens*, dont les manifestations dans le nord-est de la France et dans l'ouest de l'Allemagne, ont la même direction d'ensemble.

Ces considérations permettent de conclure que si les *dislocations rhénanes*, dirigées en moyenne N 15° à 20° E — que l'orientation des collines sous-vosgiennes, couronnées par les conglomérats oligocènes, rend particulièrement nettes — donnent encore la physionomie tectonique de la région, elles ne l'expliquent pas entièrement. Ces accidents apparaissent ici comme l'expression d'un phénomène d'origine lointaine, dominant imparfaitement une infrastructure ancienne, à directrices différentes.

La séance est levée à 13^{h} 15^{m}.

É. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'août 1925.

Spedizione italiana De Filippi nell' Himàlaia Caracorùm e Turchestàn cinese (1913-1914). *I Tipi umani*, par R. Biasutti et Giotto Dainelli. Bologna, Nicola Zanichelli; 1 vol. 31^{cm}.

Leçons élémentaires de Chimie physique, par Ed. Chauvenet. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Georges Urbain.)

Le sourire de Madame Elisabeth, par Jean Tremblot. Paris, *Gazette des Beaux-Arts*, 1925; 1 fasc. 28^{cm}.

Comparaison mondiale des pendules : fractionnaire, par Fr. Nusl. Prague, imprimerie de Jednota československých mathematiku a fysiku, 1925; 1 fasc. 27^{cm}. (Présenté par M. Bigourdan.)

La constitution lithologique de l'archipel des Comores, par Alfred Lacroix. Extrait du *Compte rendu du XIIIe Congrès géologique international*, 1922. Liège, Vaillant-Carmanne, 1925; 1 fasc. 27^{cm}.

La fabrication des ferro-alliages; fontes électriques et métaux spéciaux, par Aimé Coutagne. Paris, Baillière, 1924; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Léon Guillet.)

La propagation des actions dans l'éther, par G. Fournier. Paris, *Revue générale de l'Électricité*, 1925; 1 fasc. 22^{cm}.

Henri Fayol, étude publiée à l'occasion du soixante-cinquième anniversaire de sa promotion de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne par la Société amicale des anciens élèves de cette École. Saint-Étienne, 1925; 1 vol. 25^{cm}.

Alexandre Pourcel, étude publiée à l'occasion du soixantième anniversaire de sa promotion de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne par la Société amicale des anciens élèves de cette École. Saint-Étienne, 1925; 1 vol. 25^{cm}.

Société amicale des anciens élèves de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne. *Banquet offert par la Société le 7 juin 1925, à Paris, à MM. Henri Fayol et Alexandre Pourcel.* Saint-Étienne, Théolier, 1925.

Société géologique de Belgique. *Cinquantième anniversaire, livre jubilaire* (1874-1924), t. I, fasc. 1. Liége, Vaillant-Carmanne; 1 vol. 32^{cm}.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 OCTOBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Les deuils se succèdent dans notre Compagnie et rendent singulièrement pénible la charge temporaire que vous avez bien voulu me confier. Nous rentrons à peine, joyeux de nous revoir, et il me faut ouvrir cette séance en vous annonçant une triste nouvelle : **Wilfrid Kilian**, membre non résidant, vient de mourir à Grenoble où il occupa et illustra pendant 33 ans la chaire de Géologie de la Faculté des Sciences. Comment a-t-il disparu? je l'ignore, mais c'est brusquement sans doute, car il n'avait pas dépassé de beaucoup la soixantaine et, quand nous le vîmes à nos séances voici quelques mois, il présentait le visage, le sourire et l'entrain de la jeunesse. Pour tous les géologues, c'est une grande force qui s'évanouit en pleine puissance; pour votre Président, permettez-moi de le dire, c'est un bon et cher camarade de Sorbonne qui disparaît. Laissez-moi associer ici les regrets de la Science à ceux de l'amitié.

Kilian fut l'élève d'Hébert en Sorbonne, de Marcel Bertrand et de M. Douvillé à l'École des Mines. Il doit beaucoup à ces trois guides, surtout à Marcel Bertrand dont il fut l'adjoint et le collaborateur dès la vingt-troisième année, au cours de la Mission géologique envoyée par l'Académie des Sciences en Andalousie à la suite du tremblement de terre de 1885. Ce contact étroit entre deux géologues passionnés devait avoir une répercussion profonde sur la carrière de Kilian : le Maître jugeait l'élève et en estimait les hautes qualités; le second recevait du premier l'enthousiasme pour la

Science et le goût des idées générales soumises à la plus sévère critique. En fait, c'est Marcel Bertrand qui dirigea notre regretté Confrère sur l'étude des Alpes françaises et, sans doute aussi, qui facilita sa nomination à Grenoble, où Kilian débuta en 1889 comme chargé de cours et remplaça Lory trois années plus tard.

Kilian s'est illustré par ses recherches sur la constitution géologique des Alpes françaises et son nom restera toujours inséparable de l'histoire de cette partie du globe. Son prédécesseur avait poussé très loin l'étude des chaînes subalpines, mais à peine abordé celle des grandes Alpes. Là, comme disait Bertrand, tout était à faire; et si Kilian n'a pas tout fait, on peut affirmer qu'il a fait plus que tout autre, et qu'il a jeté plus de lumière que tout autre sur ces montagnes effroyablement complexes. Mais à la suite de quel travail, de quels sacrifices, et combien il lui a fallu d'endurance! depuis le Mont Blanc jusqu'aux confins de la Méditerranée, il a parcouru en tous points les grandes Alpes, souvent seul et perdu dans les déserts de pierres et de roches des hauts sommets.

Au point de vue stratigraphique, il a étudié tous les terrains alpestres, du carbonifère au pléistocène, apportant des vues précises sur tous les étages, entre autres sur l'origine des schistes lustrés jurassiques, sur la succession et le parallélisme des zones de l'infracrétacé, sur les formations fluvio-glaciaires du pléistocène. Au point de vue paléontologique, il a fait connaître l'ontogénie, la phylogénie et la répartition des Ammonitidés si curieux qui abondent dans l'infracrétacé du Sud-Est. Au point de vue tectonique enfin, il a étudié mieux que personne les plissements et les ondulations secondaires qui semblent indiquer un charriage des nappes dans ces régions tourmentées.

Comment résumer brièvement une œuvre si haute et si vaste? Ce que fut Kilian, ce qu'il restera, un juge incomparable, notre Confrère M. Termier, l'a dit en deux phrases lapidaires : Kilian fut « le type accompli du géologue. Il est l'honneur de la Science française ».

J'adresse à la veuve et aux enfants de notre regretté Confrère les condoléances émues de l'Académie.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à Sir **Robert Hadfield**, Correspondant pour la Section de Chimie, qui assiste à la séance.

Sur la proposition de M. le **Secrétaire perpétuel**, la date de la séance publique annuelle de 1925, primitivement fixée au lundi 21 décembre, est avancée au lundi 14 décembre.

ASTRONOMIE. — *Sur l'étude de la photographie des étoiles en plein jour.* Note de M. **Maurice Hamy**.

Pour compléter mes recherches antérieures sur les conditions de possibilité de la photographie des étoiles en plein jour [1], je me suis appuyé sur les considérations suivantes :

Au foyer d'une lunette, une image stellaire se compose d'une tache brillante, de diamètre angulaire égal au pouvoir optique de l'objectif et comprenant les $\frac{7}{8}$ de la lumière incidente, entourée d'anneaux de diffraction d'éclat très faible. Par suite des perturbations atmosphériques, l'image ondule constamment dans le plan focal; aussi, quand on opère par photographie, obtient-on une image résultante de diamètre différent du pouvoir optique, après une pose d'une certaine durée, même juste suffisante pour produire une simple trace d'impression, après développement.

Dans cette hypothèse, qui intéresse particulièrement les présentes recherches, l'image photographique naissante résulte uniquement de l'action de la tache brillante. Appelons A la quantité de lumière envoyée par une étoile de grandeur zéro, pendant l'unité de temps, sur l'unité de surface, à travers l'écran rouge servant à sélectionner la lumière; ε le demi-diamètre angulaire de l'image photographique naissante d'une étoile, exprimé en secondes d'arc. Considérons la lumière émise par le fond du ciel comme émanant d'une surface arbitraire S, envoyant, par unité de superficie, à travers l'écran rouge, une quantité B de lumière, pendant l'unité de temps, sur l'unité de surface placée à l'unité de distance. Le rapport des quantités de lumière arrivant d'une étoile de magnitude m d'une part, du ciel d'autre part, sur l'unité de surface de leurs images, au foyer d'une lunette L, a pour expression moyenne

$$\frac{7}{8} \times \frac{A}{B} \frac{10^{-0,4m}(206265)^2}{\pi\varepsilon^2}.$$

C'est de ce rapport que dépend le contraste de l'image photographique

(1) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 626.

peu impressionnée d'une étoile de magnitude m, par rapport au fond du ciel venu sur le cliché.

Pour trouver les conditions de possibilité de la photographie des étoiles en plein jour, sans emploi de lunette astronomique, j'ai eu recours à un dispositif combiné de façon que la lumière émanant séparément d'une étoile artificielle et du fond du ciel fournisse, au foyer d'une petite chambre photographique, des images dont le rapport des éclats intrinsèques égale l'expression (1). Choisissant le temps de pose de façon à se trouver dans la région dite d'exposition normale de la plaque sensible, l'image stellaire artificielle enregistrée présente le même contraste, par rapport au fond impressionné du ciel, que l'image d'une étoile de magnitude m photographiée, en plein jour, au foyer de la lunette L. Ces deux images sont, par suite, également visibles sur les clichés, si elles ont même largeur. Pratiquement il y a lieu d'employer simultanément plusieurs étoiles artificielles de largeurs différentes, égales à celles d'images stellaires photographiques, de diamètre angulaire 2ε et relatives à des lunettes de diverses longueurs focales. L'un des astres artificiels est-il ou non perceptible sur un cliché, on en conclut qu'une étoile de magnitude m peut être photographiée ou non, en plein jour, avec une lunette de la dimension correspondant à l'image absente.

L'appareil est représenté figure 1. Il se compose d'une fenêtre rectan-

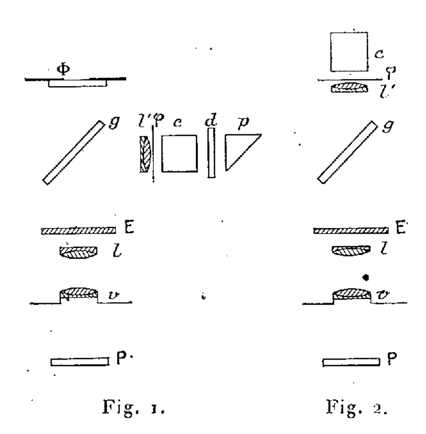


Fig. 1. Fig. 2.

gulaire Φ, éclairée par le fond du ciel, centrée sur l'axe d'une lentille l et située dans son plan focal. Elle est recouverte d'une glace transparente, de même absorption que la lentille l' dont il sera question plus loin. Entre Φ et l sont intercalés une glace sans tain g et l'écran rouge E. Au sortir de l, les rayons pénètrent dans une chambre photographique v et impressionnent la plaque sensible P, à l'intérieur de l'image de Φ. Ce dispositif est complété

par un système optique comprenant : 1° une lame de laiton φ portant des petits trous circulaires voisins, de diverses largeurs et alignés dans le plan de la figure; 2° une lentille l', disposée contre φ, dont le foyer, réfléchi par g, se trouve sur l; 3° un coin photométrique d'absorption variable se déplaçant dans une coulisse, normalement au plan de la figure, et portant une division dont la lecture, faite au niveau d'un index, tracé sur la coulisse, indique la densité optique de la région de ce coin placée en regard des trous de φ; 4° un verre douci d et un prisme à réflexion totale p, pouvant tourner autour de l'axe de la lentille l'. L'échelle du coin a été graduée en magnitudes, le zéro correspondant au point théorique d'absorption nulle; en sorte que l'intensité de la lumière traversant normalement le coin, au niveau des trous, a pour valeur le produit de $10^{-0,4\delta}$ par l'intensité de la lumière arrivant sur le coin, δ étant la lecture de la graduation.

L'appareil ainsi agencé s'emploie, en dirigeant la fenêtre Φ vers une région du ciel, située dans le vertical du soleil, et en orientant le prisme p de façon à envoyer les rayons solaires normalement sur le verre douci d qui sert de surface lumineuse, pour éclairer φ à travers le coin c. La lumière, traversant φ et déviée par l', passe par la région centrale de l, après réflexion sur g. Les images des trous, toutes de même éclat intrinsèque, se forment, à l'intérieur de l'image de Φ, sur la plaque sensible.

L'appareil est d'abord disposé comme l'indique la figure 2, pour procéder à un tarage indispensable. On remplace la fenêtre Φ de la figure 1 par la plaque perforée φ, accompagnée de la lentille l' et du coin c, sur lequel on dirige normalement les rayons solaires. Les faisceaux de lumière très étroits, traversant les trous percés dans φ, pénètrent intégralement dans la chambre v. Appelons f la longueur focale de l, $\mathcal{F}$ celle de l'objectif de la chambre v, r le rayon de l'ouverture de son diaphragme et δ la lecture de la graduation du coin en coïncidence avec l'index [1]. La quantité de lumière répartie, pendant l'unité de temps, sur l'unité de surface des images des trous, a pour expression $\beta A \frac{f^2}{\mathcal{F}^2} 10^{-0,4(M+\delta)}$, en appelant M la grandeur stellaire (— 26,72) du soleil, β le facteur d'absorption globale de la lentille l', de la glace g, de la lentille l et de l'objectif de la chambre v. D'autre part, la

(1) Pour se rapprocher des conditions des observations astronomiques, $\frac{2r}{\mathcal{F}}$ a reçu la valeur $\frac{1}{16}$, nombre voisin du rapport de l'ouverture à la longueur focale des lunettes, bien que l'expression (1) soit indépendante de ce rapport.

quantité de lumière émanant du ciel, dans la disposition de la figure 1, et répartie sur l'image de la fenêtre Φ, est égale à $\beta B \pi \frac{r^2}{\mathcal{F}^2}$, par unité de surface, pendant l'unité de temps. Le rapport des deux expressions est égal au rapport (1), en déterminant δ par l'équation

$$(2) \qquad \frac{7}{8} 10^{-0,4m} \frac{(206265)^2}{\varepsilon^2} = \frac{f^2}{r^2} 10^{-0,4(M+\delta)}.$$

Plaçant le coin à la division δ ainsi déterminée, faisons poser les images des trous un certain temps t, en employant la disposition de la figure 2. Revenant ensuite à la disposition de la figure 1, faisons, sur la même plaque, plusieurs poses, de durée t, des images des trous, après avoir masqué la fenêtre Φ et en donnant diverses positions au coin c. Après quelques tâtonnements, on trouve à quelle division μ il faut placer le coin, dans la disposition de la figure 1, pour obtenir des images des trous d'opacité identique à celle qui se produit, en plaçant le coin à la division δ, dans la disposition de la figure 2. Si l'on emploie ensuite l'appareil tel qu'il est représenté figure 1, après avoir démasqué la fenêtre Φ et placé le coin à la division μ, le rapport de la quantité de lumière traversant les trous de φ et répartie, par unité de surface, sur leurs images, à celle qui, émanant du fond du ciel, est répandue sur l'unité de surface de Φ, ce rapport, dis-je, sera égal à l'expression (1). C'est le résultat qu'il fallait obtenir pour pouvoir utiliser l'appareil à l'étude de la photographie des étoiles en plein jour. Pour passer à une étoile de magnitude $m \pm m'$, on cale le coin à la division $\mu \pm m'$.

SPECTROSCOPIE. — *Recherches complémentaires sur la structure et la distribution des spectres de bandes.* Note de M. **H. Deslandres**.

I. Cette Note est la suite naturelle ou la seconde partie de la Note qui a été présentée la semaine dernière sous le même titre et qui dépassait les quatre pages réglementaires. Le lecteur est prié de se reporter à la formule (1) de la Note précédente, qui résume la distribution des bandes principales et secondaires dans les spectres de bandes infrarouges

$$(1) \qquad \nu = q\, d_1/rs \pm q'\, d_1/r's',$$

ν étant la fréquence et d_1 la constante universelle 1062.5; s étant le nombre des atomes ou des grands anneaux d'électrons dans la molécule; s' étant le nombre des électrons extérieurs d'un atome, ou des charges positives libres de son noyau; q, r, q', r' étant des nombres entiers quelconques. Le pre-

mier terme représente les bandes principales, et le second les bandes secondaires qui apparaissent dans la bande principale lorsque la dispersion est suffisante.

Le premier terme de la formule est donc actuellement vérifié sur 20 spectres d'absorption dus à des composés dont la structure est, il est vrai, très simple. Avec ces corps, la position des bandes principales est, à l'échelle des fréquences, représentée par des sous-multiples de la fréquence universelle d_1, et, de plus, fait important, est reliée simplement au nombre et à la grandeur des atomes composants. D'ailleurs, déjà en 1919, j'avais annoncé la propriété suivante, reconnue sur 40 spectres de bandes, dont 11 sont infrarouges et 29 lumineux ou ultraviolets : la bande la plus intense, exprimée en fréquence, est, à de faibles différences près, un multiple de d_1 (1062,5). Or, pour les 11 spectres infrarouges, la propriété peut être rattachée à la loi de la formule, dont elle serait un cas particulier ; elle peut être maintenue distincte, au moins provisoirement, pour les 29 spectres de bandes lumineux et ultraviolets (1).

II. Les spectres de bandes sont manifestement sous la dépendance de la constante universelle d_1 ; et les spectres de lignes, émis, comme on sait, par l'atome seul, sont rattachés aussi à la constante par la même loi simple. J'ai montré en 1924 que 78 radiations des 20 premiers corps simples, qui sont

(1) Lorsque le nombre entier q de la formule est un multiple de $r \times s$, ou lorsque le corps vibrant est un atome, et que le nombre entier s et aussi le nombre entier r sont égaux à 1, la formule conduit à la propriété reconnue en 1919. Pour l'étude de cette propriété et des relations avec la structure atomique, le spectre ultraviolet d'absorption de la vapeur de benzène (de λ2700 à λ2200) a été déjà signalé comme intéressant dans la Note précédente. Ce spectre, relevé avec une grande dispersion, est comparable à une bande infrarouge, divisée en six maxima secondaires ; les maxima principaux, ν40469 et ν41391, sont voisins de 38 d_1 et 39 d_1) ; et si l'on remarque que l'atome de carbone neutre émet fortement la radiation ν40344, on est conduit à penser que ce spectre est dû au carbone ou au groupement CH répétés six fois dans le benzène. L'intervalle des maxima secondaires ν921,4, est très voisin de $21\, d_1/6 \times 4$; ce qui met en relief le nombre 6, caractéristique du carbone. L'étude de ce spectre sera reprise lorsque l'on connaîtra le spectre d'absorption infrarouge de la vapeur de benzène.

Les spectres d'émission dits du pôle négatif de l'azote et du carbone déjà cités en 1919, ont une structure encore plus simple : leurs bandes maxima sont, en fréquences, très voisines de 24 d_1 et 39 d_1 ; de plus, les intervalles moyens des maxima secondaires sont égaux presque exactement à $2d_1$. Or ces spectres sont dus très vraisemblablement aux atomes ionisés N^-, C^-, formés par l'addition d'un électron.

D'une manière générale, les sous-multiples de d_1 interviennent avec les molécules, et les multiples de d_1 avec les atomes.

les plus fortes de leurs spectres de lignes, sont aussi des multiples de 1062,5 [1].

Tous ces faits impliquent une série nouvelle de vibrations, qui est émise par les corps et liée intimement à la fréquence universelle d_1. Mais quelle est l'origine de ces vibrations? Dans les Notes précédentes, j'ai admis que leur siège était dans le noyau des atomes, ou dans une sphère, une cuirasse de protection liée au noyau. J'ajoute ici quelques précisions.

La constante universelle des spectres de lignes, appelée constante de Rydberg, a été reconnue d'abord par l'observation; puis Bohr l'a retrouvée avec sa théorie, et l'a rattachée simplement au quantum élémentaire d'action de Planck et à la loi de Coulomb (attraction ou répulsion des charges électriques en raison inverse du carré de leurs distances). Mais lorsque les charges électriques de signe contraire sont très rapprochées, comme, par exemple, dans le noyau des atomes, l'attraction de Coulomb, à partir d'une certaine distance a des deux charges, doit se changer en répulsion; cette inversion de la force a été admise par tous les auteurs.

A la distance a, la charge négative est en équilibre; écartée de cette position, elle y revient par une série d'oscillations; et la force qui la ramène est à peu près proportionnelle à l'écart supposé faible. Dans ce cas simple, d'après la théorie des quanta, on a une vibration fondamentale et des harmoniques dont les fréquences croissent comme les nombres entiers successifs. Si la fréquence fondamentale est 1062,5, on peut comprendre les maxima de lumière des spectres, qui correspondent aux multiples de cette fréquence. Si, de plus, la même loi de force existe entre les atomes d'une molécule, et les molécules des groupements moléculaires, l'intervention des sous-multiples de d_1 est aussi explicable [2]. La fréquence universelle 1062,5 serait liée, d'une part, au quantum d'action de Planck, d'autre part, à la loi de force nouvelle et spéciale qui régit aux très petites distances les actions mutuelles des charges électriques, des atomes et molécules [3].

---

(1) *Comptes rendus*, 169, 1919, p. 745 et 1361; 179, 1924, p. 5 et 1006.

(2) J'admets ici qu'un quantum faible ou un électron peu rapide excitent des vibrations dans le noyau atomique. Un quantum plus fort et un électron plus rapide entraînent, comme on sait, des vibrations dues aux électrons périphériques de l'atome. De même, un coup faible dans une vitre la casse et modifie toutes les parties, alors qu'une balle de fusil fait un simple trou.

(3) J'ai donné en 1924 (*Comptes rendus*, 179, 1924, p. 5) une valeur approchée de la constante d_1 en fonction de la constante de Planck, de la vitesse de la lumière, de la masse et de la charge de l'électron. On peut aussi, en partant de la constante d_1 et en faisant quelques hypothèses, calculer la nouvelle force répulsive, au moins à la distance a du noyau.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le fascicule III de l'*Inventaire des périodiques scientifiques dans les bibliothèques de Paris* est en distribution au secrétariat.

PLIS CACHETÉS.

M. B. Szilard. demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 21 juin 1925 et inscrit sous le n° 9545.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président contient la note suivante, dont l'Académie décide l'insertion :

Sur une nouvelle méthode de différenciation des perles de culture

Nous avons décrit (¹) une méthode rendant possible la distinction des perles de culture et des perles fines grâce à un appareil permettant de voir à l'intérieur des perles. Les couches *parallèles*, dont la couleur et la densité varient et qui deviennent visibles à travers la couche perlière, dévoilent la présence de la nacre.

Néanmoins il existe des perles cultivées à noyau de nacre dans lesquelles il est impossible de déceler les stries, soit parce que la perle est opaque ou baroque (la couche perlière empêche ainsi la bonne observation du noyau), soit parce que les stries sont peu apparentes et parfois, rarement il est vrai, absentes.

Quoique les autres caractéristiques de ces perles permettent en général de les identifier, nous avons cherché à établir un autre procédé complètement distinct du précédent, qui permet dans la plupart des cas la différenciation des deux sortes de perles. Cette méthode est basée sur la différence de densité qui existe entre la matière perlière et la nacre.

La méthode qui nous a paru la plus commode pour la détermination de la densité était de faire flotter la matière dans un liquide dont la densité serait intermédiaire entre celle de la perle et de la nacre.

On sait que les perles de culture contiennent proportionnellement une grosse quantité de nacre ; on pouvait ainsi espérer que la différence de densité serait encore suffisante pour les distinguer des perles d'Orient.

Les liquides qui nous paraissaient les plus intéressants étaient :

(¹) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 433.

La solution d'iodure de zinc, laquelle à la concentration de 81 pour 100 a une densité de 2,70;

La solution concentrée de biodure de mercure dans l'iodure de potassium (densité, 3,2);

Et enfin l'iodure de méthylène (densité, 3,34), dilué de certains dissolvants pour être ramené aux limites de densité voulue.

La densité de la perle est de l'ordre de 2,6 à 2,9. La nacre est plus dense, la matière perlière l'est moins.

Il s'agissait donc de donner au liquide utilisé une densité choisie moyenne de telle façon que la matière contenant de la nacre tombe au fond et que la matière perlière surnage.

Parmi les liquides utilisés, j'ai été amené à abandonner l'iodure de mercure et l'iodure de zinc, les deux attaquant la perle.

L'iodure de méthylène mélangé au monobromure de naphtaline a donné par contre de bons résultats.

Pour trouver les proportions voulues, on opère empiriquement.

On place quelques petites perles qui sont sûrement d'origine cultivée et le même nombre et même grandeur de perles d'Orient dans un tube à essai où l'on a versé 10^{cm^3} d'iodure de méthylène. *Toutes les perles surnagent.*

On ajoute goutte à goutte du monobromure de naphtaline en secouant le tube. Au bout de quelques instants on constate que les deux sortes de perles se séparent nettement, les unes surnagent ou flottent à différentes hauteurs et les autres se déposent nettement au fond.

On constate que toutes les perles flottantes sont des perles d'Orient et celles qui se sont déposées des perles de culture.

Cet essai a été exécuté jusqu'ici avec 50 perles japonaises et 50 perles d'Orient, dans chaque cas avec un résultat net.

Bien entendu les perles dites « blue » pourront se comporter d'une façon différente, mais celles-ci sont faciles à reconnaître et peuvent être ensuite examinées par d'autres moyens en vue de découvrir leur origine.

CORRESPONDANCE.

L'Académie Hongroise des Lettres de Budapest invite les Académies de l'Institut à envoyer un délégué pour la célébration du *centième anniversaire* de sa fondation, qui aura lieu le 3 novembre 1925.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

A. Gruvel. *L'Indo-Chine. Ses Richesses Marines et Fluviales. Exploitation actuelle. Avenir.* (Présenté par M. L. Mangin.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des cycles d'intégrales périodiques infiniment voisines des équations aux dérivées partielles du premier ordre.* Note de M. **R.-H. Germay**.

Reprenons la question des intégrales holomorphes périodiques de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre

$$p_1 = f(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_2, \ldots, p_n, \lambda), \tag{1}$$

infiniment voisines de l'intégrale holomorphe périodique, se réduisant à $\chi(x_2, \ldots, x_n)$ pour $x_1 = x_1'^0$, de l'équation

$$p_1 = f(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_2, \ldots, p_n, 0) \quad [1]. \tag{2}$$

Supposons que, les conditions d'holomorphie et de périodicité étant réalisées comme il a été expliqué, l'équation (1) ne dépende que d'un paramètre variable λ, et que les équations définissant les valeurs initiales des intégrales du système différentiel des caractéristiques de Cauchy relatif à l'équation (1)

$$\left\{\begin{array}{l} x_{j\infty}(x_1'^0 + \omega_1, x_1'^0, x_2^0 + \varepsilon_2, \ldots, p_n^0 + \pi_n, \lambda) - x_j^0 + \varepsilon_j = 0, \\ z_\infty\ (x_1'^0 + \omega_1, x_1'^0, x_2^0 + \varepsilon_2, \ldots, p_n^0 + \pi_n, \lambda) - z^0 - \varepsilon = 0 \qquad (j = 2, \ldots, n) \\ p_{j\infty}(x_1'^0 + \omega_1, x_1'^0, x_2^0 + \varepsilon_2, \ldots, p_n^0 + \pi_n, \lambda) - p_j^0 + \pi_j = 0, \end{array}\right. \tag{3}$$

aient en $\varepsilon_j = \xi = \pi_j = \lambda + 0$ un zéro de première espèce et d'ordre p par rapport à ξ par exemple. Le système (3) équivaut à

$$\left\{\begin{array}{l} \xi^p - b_1\xi^{p-1} - \ldots - b_p = 0 \qquad (j = 2, \ldots, n), \\ \varepsilon_j = \varphi_{j1}\xi^{p-1} + \ldots + \varphi_{jp}, \qquad \pi_j = \psi_{j1}\xi^{p-1} + \ldots + \psi_{jp} \quad [2]. \end{array}\right. \tag{4}$$

Les φ et les ψ sont des fonctions holomorphes de λ et des b; les b sont des

---

[1] *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 2001.

[2] V. Leclercq, *Sur les fonctions implicites* (*Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liége*, 3e série, **11**, 2e partie, p. 39-48).

fonctions holomorphes de λ s'annulant pour $\lambda = 0$. Les φ, ψ, b dépendent en outre de $x_1'^0$, ω_1, x_2^0, ..., p_n^0 et nous écrivons

$$\varphi_{jk}[x_1'^0, \omega_1, x_2^0, \ldots, p_n^0, \lambda, b_1(x_1'^0, \omega_1, x_2^0, \ldots, p_n^0, \lambda), \ldots], \quad \ldots.$$

Certains coefficients du développement des b suivant les puissances de λ peuvent être identiquement nuls. On a, en général,

$$(5) \qquad b_s = B_{1,\alpha_s}(x_1'^0, \omega_1, x_2^0, \ldots, p_n^0)\lambda^{\alpha_s} + \ldots \qquad (s = 1, 2, \ldots, p).$$

Les B_{1,α_s}, ... sont des fonctions holomorphes de x_2^0, ..., p_n^0, les α_s sont des entiers positifs et les termes non écrits des séries (5) sont, dans chacune d'elles, de degrés supérieurs au nombre α_s correspondant. Si tous les premiers coefficients B_{1,α_s} sont différents de zéro en $x_2'^0$, ..., $p_n'^0$, les α_s sont fixes quand x_2^0, ..., p_n^0 varient dans le domaine de $x_2'^0$, ..., $p_n'^0$. Une racine de la première équation (4) a un développement tel que

$$(6) \qquad \xi = \tau\lambda^{\mu} + \ldots \qquad (\tau \neq 0) \quad (^1).$$

Les termes de degré inférieur dans le développement résultant de la substitution à ξ de sa valeur (6) dans la première équation (4) sont compris parmi

$$B_{0,\alpha_0}\tau^p\lambda^{\alpha_0+\beta_0\mu}, \quad B_{1,\alpha_1}\tau^{p-1}\lambda^{\alpha_1+\beta_1\mu}, \quad \ldots, \quad B_{p,\alpha_p}\lambda^{\alpha_p+\beta_p\mu},$$

où

$$\alpha_0 = 0, \qquad \beta_0 = p, \qquad \beta_1 = p-1, \qquad \ldots, \qquad \beta_p = 0, \qquad \beta_{0,\alpha_0} = 1.$$

Les différentes valeurs de μ sont définies comme raisons de certaines suites de rapports égaux :

$$(7) \qquad \frac{\alpha_k - \alpha_{k'}}{\beta_{k'} - \beta_k} = \ldots = \frac{\alpha_k - \alpha_j}{\beta_j - \beta_k} = \mu \qquad (k > k' > \ldots > j).$$

En représentant μ par la fraction irréductible $\frac{m}{q}$, on sait que

$$(8) \qquad \beta_{k'} - \beta_k = \gamma' q, \qquad \ldots, \qquad \beta_j - \beta_k = \gamma q,$$

les γ', ..., γ étant entiers. Les valeurs de τ sont racines de

$$(9) \qquad B_{k,\alpha_k} + B_{k',\alpha_{k'}}\tau^{\gamma' q} + \ldots + B_{j,\alpha_j}\tau^{\gamma q} = 0.$$

Supposons que, pour $x_2'^0$, ..., $p_n'^0$, le résultant de l'équation (9) et de sa dérivée par rapport à τ soit différent de zéro. Dans le domaine de ce point

---

(1) E. Picard, *Traité d'Analyse*, 2e édition, II, Chap. XIII, § 1-5, p. 392-399, et C. Jordan, *Cours d'Analyse de l'École Polytechnique*, 3e édition, I, 1re Partie, Chap. III, § 361-368, p. 346-356.

et à cause de $B_{j,\alpha_j} \neq 0$, l'équation (9) n'a que des racines simples. Ce sont des fonctions holomorphes de $x_2^0, \ldots, p_n^0$ obtenues par le théorème des fonctions implicites à partir des valeurs initiales $\tau_1'^0, \ldots, \tau_{\gamma q}'^0$ que l'on trouve par résolution de l'équation numérique

$$(10) \quad B_{k,\alpha_k}(x_1'^0, \omega_1, x_2'^0, \ldots, p_n'^0) + \ldots + B_{j,\alpha_j}(x_1'^0, \omega_1, x_2'^0, \ldots, p_n'^0)\tau^{\gamma q} = 0.$$

Soient $\tau_1, \ldots, \tau_q$, q racines de (9) ayant même puissance q^e. Les valeurs des $\xi_\infty^{(s)}$, $\varepsilon_{j\infty}^{(s)}$, $\pi_{j\infty}^{(s)}$ ($s = 1, \ldots, q$) qui y correspondent forment un système circulaire. Supposons réalisées les conditions

$$(11) \quad d[\chi + \mathcal{H}_\infty^{(s)}] = \sum_{=2}^{j=n} \left[\frac{\partial \chi}{\partial t_{j-1}} + \varphi_{j\infty}^{(s)} \right] d[t_{j-1} + \mathcal{E}_{j\infty}^{(s)}] \qquad (s = 1, \ldots, q),$$

où la signification des $\mathcal{E}_{j\infty}^{(s)}$, ... est immédiate d'après la Note rappelée plus haut. Les systèmes d'équations tels que le système (11) de cette Note se permutent entre eux et les intégrales périodiques correspondantes de (1) forment un système circulaire.

OPTIQUE. — *Sur l'expérience de Michelson.* Note (1) de **M. A. Dufour**, présentée par M. Villard.

Dans une Note relative au calcul de l'expérience de Michelson dans l'hypothèse d'un éther immobile (2), une erreur de calcul dans l'application des formules donnant $\overline{Bm}$ et $\overline{Bp}$ m'a conduit à énoncer des conclusions inexactes.

En accord avec les remarques que m'ont communiquées MM. Brylinski et Metz à ce sujet, la variation d'intensité au point B dans le cas général, au lieu de ne faire intervenir qu'un terme du quatrième ordre, correspond en réalité à un déplacement des franges du second ordre, résultant d'ailleurs directement, comme l'a signalé M. Brylinski, de l'interversion des points m et p lors de la rotation de l'interféromètre. Le premier alinéa et la conclusion de la Note doivent être modifiés en conséquence, et la méthode de calcul que je donne confirme simplement le résultat de la solution classique (3).

(1) Séance du 28 septembre 1925.

(2) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1914.

(3) On peut signaler à cette occasion que dans un récent et étendu travail expérimental (*Proceedings of the National Academy of Sciences U. S. A.*, **11**, 1925, p. 306), Miller déclare avoir observé au Mont Wilson des déplacements de franges

Il me paraît utile d'insister à nouveau sur la séparation des places efficaces de la source ponctuelle considérée dans la Note en question, car cette manière de voir peut, je crois, se généraliser avec intérêt.

Dans la théorie classique des phénomènes d'interférence, on considère d'ordinaire des rayons issus au même instant d'un point lumineux, placé, suivant les cas, à distance finie ou à l'infini. Le calcul bien connu de l'intensité lumineuse à l'endroit où se fait l'observation met en évidence l'importance pratique de la différence de phase et de la valeur du retard optique traduit en longueurs d'onde. A cause de la commodité de son emploi, l'usage de cette dernière grandeur devient presque exclusif et conduit souvent à laisser au second plan la considération explicite des phénomènes qui se passent à la source, parfois au détriment de la clarté.

Dans les cas classiques où les appareils sont supposés en repos par rapport à l'éther, les vecteurs lumineux qu'on doit composer entre eux en un point donné du champ d'observation proviennent en général de deux états successifs de la source séparés, dans le temps seulement, par une durée équivalente à la différence de phase ou au retard optique précédents.

Si l'observateur et la source sont en mouvement par rapport à l'éther, comme dans l'expérience de Michelson, la notion du retard optique perd toute sa simplicité, seule la différence de phase reste d'un emploi commode, et les vecteurs lumineux composants reçus au point d'observation, ayant généralement pris naissance à des époques différentes, correspondent cette fois à des positions distinctes de la source.

Déjà, en 1923, à propos de cette même expérience, M. Brylinski [1] avait fait remarquer que, dans les cas où il devrait exister une différence de phase, les deux ondes qui se rencontrent sur l'écran ne proviennent pas d'une même onde incidente.

Il y aurait donc peut-être lieu de mettre davantage en relief, dans l'exposé classique de la théorie des interférences, l'idée générale qu'un phénomène de cette nature fait toujours intervenir la considération de deux états distincts du point source, ces deux états appartenant au même point de l'espace, mais correspondant à des époques différentes, quand la source est au repos dans l'éther, tandis qu'ils ne coïncident, en général, ni dans l'espace, ni dans le temps, dans les questions où intervient un mouvement d'entraînement de la source et de l'appareil par rapport à l'éther.

---

positifs dans l'expérience de Michelson, déplacements qu'il explique par un vent d'éther de vitesse relative atteignant 9 km-seconde par rapport à l'interféromètre. La question de l'éther reste donc posée.

(1) *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 876.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxyde de manganèse colloïdal.* Note de Mlle **Anastasie Anargyros**, présentée par M. Moureu.

Ce travail a trait à quelques propriétés du peroxyde de manganèse préparé en solution colloïdale. Dans des travaux antérieurs (¹) ce colloïde a été obtenu sous une forme peu stable. Aussi avons-nous cherché à le préparer dans un état moins instable et à préciser sa nature.

La méthode suivie pour cette préparation était basée sur celle d'Eugen Deis (²), qui obtenait le colloïde par réduction d'une solution de permanganate de potasse par une solution d'arsénite de soude. Nous avons donc essayé de réduire des solutions de permanganate de potasse $\frac{N}{100}$ et $\frac{N}{10}$ par différents réducteurs, tels que la glycérine et la formaldéhyde, tous deux fort dilués. Mais les colloïdes obtenus étaient toujours peu stables, sauf celui obtenu par réduction avec de la glycérine, qui était un peu plus stable, parce que la glycérine jouait en même temps le rôle de stabilisant.

En mélangeant la solution de permanganate de potasse avec un stabilisant, et comme tel nous avons choisi une solution de soude protalbique, dont la teneur en acide protalbique était dix fois plus grande (1,7 pour 1000) que celle en peroxyde de manganèse d'une partie égale de solution de permanganate de potasse (0,3 pour 1000) et réduisant ensuite avec un des réducteurs mentionnés, nous avons obtenu des solutions colloïdales stables, de couleur brun foncé. Mais nous avons observé qu'aussitôt après le mélange du stabilisant avec la solution diluée de permanganate de potasse, celle-ci commençait à se réduire lentement et que sa couleur rosée passait d'abord au vert. Nous avons cherché à accélérer et à compléter cette réduction, sans addition d'autre réducteur, en chauffant le mélange des deux solutions à 65-70°.

Les résultats ainsi obtenus étaient satisfaisants, la solution d'arsénite de soude ayant servi en même temps de protecteur et réducteur.

Nous avons ainsi préparé des solutions colloïdales stables, pour lesquels le rapport entre l'acide protalbique et le manganèse était

$$\frac{\text{acide protalbique}}{\text{Mn}} = \frac{8,09}{1}$$

et pour les solutions dix fois plus denses

$$\frac{\text{acide protalbique}}{\text{Mn}} = \frac{15,88}{1}.$$

(¹) Sping, *Ber.*, 16, 1883, p. 1142. — Edgar Witzemann, *Centralblatt*, 2, 1915, p. 312. — Eugen Deis, *Centralblatt*, 1, 1910, p. 1117; Patent n° 227491; *Centralblatt*, 2, 1910, p. 1420.

(²) *Loc. cit.*

Après l'épuration par dialyse prolongée, notre colloïde présentait le mouvement brownien, se montrait électronégatif et se conservait inaltéré pendant plus d'un mois, la température ambiante ne dépassant pas 18-20°.

Ceux qui ont déjà travaillé sur ce colloïde le considèrent comme un peroxyde de manganèse, sans l'avoir analysé. Nous avons donc analysé le produit obtenu par notre méthode, pour savoir laquelle des formules des oxydes de manganèse lui correspond.

Nous déterminons la teneur totale en manganèse tant par la transformation de ce dernier en Mn^3O^4 que par la détermination de sa valeur en chlore.

Le rapport entre les atomes du chlore et ceux du manganèse est 2 : 1 pour le MnO^2, 2 : 2 pour le Mn^2O^3 et 2 : 3 pour le Mn^3O^4.

En supposant que tout le manganèse du colloïde agissait avec l'acide chlorhydrique sous la forme d'oxyde, nous pouvions calculer lequel de ces trois rapports correspondait à notre colloïde. D'après les analyses de trois échantillons différents, ce rapport était 2 : 2, soit 1 : 1 correspondant à l'oxyde Mn^2O^3. Il serait difficile de préciser si notre colloïde est une solution colloïdale de Mn^2O^3 seulement ou un mélange d'oxydes de manganèse, car la présence de la soude protalbique compliquerait, sans doute, tout essai dans ce but.

Propriétés oxydantes du colloïde. — Il n'oxyde pas à froid l'hydrogène en H^2O, mais une légère oxydation de CH^3CH^2OH en CH^3COH fut constatée.

Propriétés catalytiques du colloïde. — Nous avons étudié l'action catalytique de notre colloïde sur la décomposition du peroxyde d'hydrogène en mesurant dans un appareil convenable l'oxygène produit. Le peroxyde d'hydrogène employé était le produit Poulenc frères, peroxyde d'hydrogène 100^{vol}, 30 pour 100, en solution contenant $0^g,2585$ H^2O^2 pour 100 (85^{cm^3} d'oxygène), le colloïde en solution contenant $0^g,046$ Mn pour 100, et la soude caustique étant en solution $\frac{N}{10}$. Voici quelques-unes des déterminations :

A. 1^{cm^3} colloïde, 5^{cm^3} de la solution H^2O^2 et 5^{cm^3} de la solution de NaOH $\frac{N}{10}$.

Temps..........	0.	15″.	22″.	18″.	32″.	37″.	44″.	50″.	56″.	1′10″.	1′23″.	1′43″.
Oxygène produit....	0,0	0,4	1,8	2,4	2,9	3,3	3,9	4,2	4,4	4,7	4,8	4,9

En 1 minute 43 secondes se sont produits $4^{cm^3},9$ d'oxygène.

B. 2^{cm^3} colloïde, 5^{cm^3} de la solution H^2O^2 et 5^{cm^3} de la solution $NaOH\ \frac{N}{10}$.

Temps	0.	6″.	12″.	16″.	21″.	24″.	29″.	35″.	41″.	47″.	56″.	1′5″.	1′15″.	1′24″.
Oxygène	0,0	0,3	1,1	1,9	2,7	3,3	3,6	4,0	4,2	4,4	4,6	4,7	4,8	4,9

En 1 minute 24 secondes se sont produits $4^{cm^3},9$ d'oxygène.

C. 5^{cm^3} de la solution H^2O^2, 5^{cm^3} de la solution $NaOH\ \frac{N}{10}$ et 1^{cm^3} d'eau sont additionnés de $0^g,005$ peroxyde de manganèse (finement pulvérisé).

Le peroxyde d'hydrogène ne se décomposait pas du tout.

D. 5^{cm^3} colloïde, 5^{cm^3} de la solution H^2O^2 en solution neutre.

Se sont produits de même $4^{cm^3},5$ d'oxygène, mais la décomposition durait 45 minutes quand dans les mêmes conditions et en solution alcaline (essai A), elle s'effectuait en 1 minute 43 secondes.

(La pression barométrique était de 760^{mm} et la température 17° C.). Le colloïde après la décomposition n'était pas altéré. Il résulte de cette étude que la décomposition du peroxyde d'hydrogène est notablement accélérée quand l'oxyde de manganèse agit en solution colloïdale, et qu'elle l'est plus en solution alcaline qu'en solution neutre.

MINÉRALOGIE. — *Sur la buttgenbachite, nouveau minéral.* Note de M. Alfred Schoep.

Le minéral qui fait l'objet de cette Note ressemble à la lettsomite et à la connellite. On le trouve sous forme d'aiguilles enchevêtrées, de quelques millimètres de longueur, recouvrant la cuprite de Likasi (Congo belge). Ces cristaux sont bleu d'azur ; la couleur de leur poudre est le bleu 58 pc de l'échelle d'Ostwald. Leur densité est de 3,33. Au microscope, le minéral est translucide, de couleur bleue sans pléochroïsme. Les cristaux ont la forme de prismes rectangulaires allongés et aplatis. L'extinction est droite; l'allongement optique est négatif. La biréfringence est très faible; je n'ai pu la déterminer par la méthode de compensation à cause de l'exiguïté des cristaux. L'indice de réfraction, déterminé par la méthode de l'immersion, est suivant l'allongement : 1,747; perpendiculairement à cette direction, il est un peu plus élevé; mais la méthode n'est pas assez

précise pour la détermination de si petites différences. Il n'est pas possible non plus de reconnaître si le minéral est uniaxe ou biaxe.

Une cavité de la cuprite, de 50^{cm^3} environ, était remplie d'un véritable feutre constitué par ces aiguilles bleues entre lesquelles se trouvaient disséminés des cristaux d'argent natif, les uns isolés, les autres réunis en groupements réticulés. J'ai pu y recueillir, en quantité suffisante, un matériel rigoureusement pur, qui m'a permis d'établir la composition chimique du minéral.

A 150°, après plusieurs heures, il n'a perdu que 0,36 pour 100 de son poids. Entre 290° et 310° il dégage des vapeurs nitreuses, de l'eau et du chlorure cuivreux; après avoir été maintenu à cette température pendant une heure, il a perdu 20,96 pour 100; les pertes augmentent à mesure que la température s'élève, mais les recherches n'ont pas été poursuivies au delà de 850°; le minéral avait perdu alors 48 pour 100 de son poids; il reste dans la nacelle une poudre noire qui n'offre aucune trace de fusion.

Le minéral est aisément soluble dans les acides; il donne les réactions du cuivre, du chlore et de l'acide nitrique. Il ne renferme pas trace d'acide sulfurique.

Une analyse quantitative faite sur $0^g,2501$ a donné 71,56 pour 100 de CuO et 6,02 pour 100 de Cl.

$0^g,27$ chauffés jusqu'à poids constant sur du borax fondu ont perdu 24,25 pour 100 de $H^2O + N^2O^5$. L'eau a été dosée par la méthode de Penfield.

M. Goubau, professeur à l'Université de Gand, a bien voulu se charger du dosage de l'azote; ses recherches ont démontré que le minéral renferme 5,40 pour 100 de N^2O^5. Il a fait, en outre, plusieurs analyses quantitatives du même minéral; leurs résultats concordent avec ceux que j'ai obtenus moi-même; ils seront publiés ailleurs.

La composition du minéral est donc :

H^2O	17,34
CuO	71,56
Cl	6,02
N^2O^5	5,40
	100,32
	$-$ 1,28 = pour $Cl = \frac{1}{2}O$
	99,04

Cette composition peut s'exprimer par la formule

$$18CuO.3Cl.N^2O^5.19H^2O$$

dont les analogies avec celle de la connellite sont évidentes ([1]).

Ce minéral est nouveau. Je propose de lui donner le nom de *buttgenbachite*, en le dédiant à mon collègue M. H. Buttgenbach, professeur de minéralogie à l'Université de Liége.

MINÉRALOGIE. — *Synthèse de la cristobalite par voie humide.* Note de M. **R. Weil**, présentée par M. Pierre Termier.

Nous nous sommes servi d'un tube à synthèses minérales du modèle C. Friedel et Sarasin en acier B.T.G. d'Imphy. Cet appareil qui a permis, pour la première fois croyons-nous, d'opérer à des températures dépassant 600°, s'est fendu au bout de 15 essais, soit environ 200 heures à 650°-750°, chaque opération durant de 7 à 15 heures. Nous ne sommes d'ailleurs jamais parvenu à obtenir une fermeture complètement étanche; il restait dans les meilleures conditions la moitié de l'eau introduite. Nous avons opéré à chaque fois sur la même quantité de substance, 4^g de silice précipitée anhydre; comme minéralisateur nous avons principalement utilisé le silicate de sodium dilué.

Selon les concentrations il s'est formé en proportions variables du quartz et de la *cristobalite*. En raison des fuites, il nous a été malheureusement impossible de connaître, pour chaque opération, la concentration réelle au moment de la cristallisation. Toutefois il semble ressortir des essais que la cristobalite se forme en proportion d'autant plus grande que la concentration est plus faible et qu'à partir d'une certaine concentration, de l'ordre de 1 pour 100 en NaOH, le quartz se forme seul. D'autre part, la cristobalite ne s'est pas formée au-dessous de 650°.

Le quartz présente l'aspect décrit par Hautefeuille ([2]) : pointements aigus, prisme réduit ou absent, souvent fusiforme. Les plus gros dépassent le dixième de millimètre et forment souvent des masses compactes. Il existe en outre toujours des quartz beaucoup plus petits ayant l'aspect habituel du quartz des filons et qui se sont sans doute formés à température plus basse.

La cristobalite des essais où la fuite a été à peu près totale est en cubo-

---

([1]) C. Palache and H.-E. Merwin, *Amer. Journ. Sci.*, **28**, 1909, p. 537.

([2]) Hautefeuille, *Bull. Soc. franç. Min.*, **1**, 1878, p. 1.

octaèdres, souvent allongés; il n'existe jamais d'octaèdres seuls. Les dimensions sont de $0^{mm},05$ à $0^{mm},1$ en moyenne, les très gros ne dépassant pas beaucoup $0^{mm},1$. Dans le cas des fuites partielles la cristobalite est arrondie, généralement bien plus petite, $0^{mm},01$ à $0^{mm},03$, ce qui s'explique par un commencement de dissolution au refroidissement. La cristobalite a parfois crû sur les agglomérations de quartz. L'indice de réfraction moyen est $1^{mm},487$, comme pour la cristobalite de haute température de M. Longchambon [1]. La densité prise sur des cristaux triés (aussi exempts de quartz que possible) est 2,32.

Le point de transformation est à peu près identique dans la cristobalite des opérations à fuite totale : 240° à 265°, l'extinction étant d'ailleurs à peu près complète vers 250°. Quelques cristaux cependant se transforment plus bas, de 220°-230° à 235°-240°. Ces points de transformation sont bien constants, même après un chauffage d'une dizaine d'heures à 280°. La température de transformation de la cristobalite provenant des essais avec fuite partielle, est plus variable et semble liée à la concentration. Dans un essai où celle-ci était de 0,65 pour 100 en NaOH (voisine vraisemblablement de la concentration limite), la cristobalite s'éteint de 200° à 230°; pour des solutions plus concentrées la transformation oscille d'un cristal à un autre de 215° à 260°, les uns s'éteignant brusquement (les petits cristaux en général), les autres dans un intervalle plus ou moins étendu. Au refroidissement on observe toujours un retard d'une vingtaine de degrés, comme pour la cristobalite naturelle.

Dans certains essais avec fuite totale, il s'est en outre formé des cristaux isolés ou posés sur les masses de quartz, ayant la forme, la limpidité et l'aspect en lumière polarisée de la tridymite. Mais leur indice de réfraction et leur point de transformation sont identiques à ceux de la cristobalite. Les petits cristaux s'éteignent d'une pièce à 251°-252° et se rallument de même au refroidissement; les gros s'éteignent par plages, et prennent après la transformation inverse, l'aspect ordinaire de la cristobalite en lumière polarisée. Peut-être s'agit-il d'une pseudomorphose de tridymite en cristobalite, due à une cause inconnue et rappelant les pseudomorphoses naturelles de Chaudefour et du Mount Egmont. Peut-être aussi a-t-on affaire à des cristaux de cristobalite aplatis, ressemblant à la tridymite, comme certains cristaux de Cottenheim [2]. En tout cas, la matière est bien de la cristobalite et aucun de nos essais ne nous a donné la tridymite.

(1) LONGCHAMBON, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1855.
(2) R. WEIL, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1949.

GÉOLOGIE. — *Sur la nouvelle éruption du volcan de Santorin* (août 1925). Note de MM. **G. Georgalas** et **N. Liatsikas**, présentée par M. H. Douvillé.

Le volcan de Santorin s'est trouvé dès le 11 août en état d'éruption. Nous nous sommes rendus immédiatement sur place et avons commencé son étude. Voici nos premières observations sur les phénomènes les plus importants de cette nouvelle éruption.

La succession des phénomènes de la nouvelle éruption a été la suivante :

28 juillet, minuit : Un tremblement de terre sensible à Santorin d'une durée de 5 secondes.

29-31 juillet : Augmentation considérable de la température des eaux des sources thermales Kókkina nerá dans la baie du canal compris entre les îles Néa et Mikra-Kaméni.

6 août : Bouillonnement à la surface de la mer autour du même point.

7, 8, 9 août : Des secousses séismiques sensibles à Phira, capitale de l'île de Théra.

11 août, 9^h du matin : Un petit nuage de vapeur apparaît au coin du canal; il augmente continuellement. — 4^{h}5^m du soir : Première explosion de vapeurs et de gaz, accompagnée par un fort bruit et par des projections de pierres volcaniques, qui ont continué en abondance jusqu'au matin du 12 août. Écoulement sous-marin de laves en fusion, qui se présentent au-dessus du niveau de la mer sous la forme d'un petit îlot dans le canal mentionné.

12 août : La sortie sous-marine des laves continue, le petit îlot s'augmente et à midi les laves unissent les deux îles Mikra et Néa-Kaméni. A cause de deux obstacles (cônes de M. Kaméni, de Néa-Kaméni 1707 et de Giorgios 1866), l'écoulement des laves n'a pu s'opérer que dans la direction des deux branches du canal, vers le NO et vers l'E, et elles ont formé deux langues de terre qui, jusqu'à 4^h du soir, ont réalisé la jonction des deux îles mentionnées. Des dégagements de gaz et de vapeurs, accompagnés de projections abondantes de matières solides (pierres, sables, cendres), se sont effectués en même temps.

13-23 août : Les deux langues de lave augmentent en longueur et en hauteur; un petit cône surmonte ces épanchements. Sur les flancs orientaux du cône ancien de 1707 et sur les flancs NE du cône Giorgios, des fumerolles blanches apparaissent.

23 août : Hauteur du cône nouveau : 73^m,50. Le cône se trouve à la latitude de 36°24′15″ N, et en longitude 25°24′50″ E de Greenwich. Nous avons constaté, pendant deux ascensions au sommet du cône de Giorgios, que le cône d'éruption n'a aucun cratère typique, mais il a la forme d'un dôme dont la surface était traversée par plusieurs fissures s'entre-croisant, par lesquelles s'effectuait la sortie des matériaux.

Depuis le 15 jusqu'au 23 août l'activité du volcan présente des alter-

nances de paroxysmes tantôt forts et tantôt modérés. On n'observe pas de coulées de lave superficielles, ni par débordement du cône, ni par des bouches ou des fissures sur les flancs de volcan. La surface des laves épanchées est très irrégulière et très rugueuse, scoriacée, hérissée de blocs scoriacés à aspérités très aiguës. Les laves s'avancent très lentement, quelquefois avec un bruissement léger caractéristique.

Les phénomènes dominants dès les 13-23 août sont les énormes dégagements de gaz et de vapeurs et les projections de pierres, de sables et de cendres abondants, qui rendent très opaques et très denses les nuées projetées verticalement dans l'air, et qui forment au sommet du cône des panaches de fumée et des choux-fleurs caractéristiques (atteignant souvent la hauteur de 600^m). La plus grande projection (jusqu'au 23 août), celle du 19 août, a formé un pin de vapeurs, de gaz, de sables et de cendres de hauteur de 3160^m et a projeté des pierres jusqu'à la hauteur de 1000^m.

Les bombes et les pierres projetées sont de dimensions très variables et elles ne présentent aucune trace de rotation, mais elles ont la forme de polyèdres irréguliers, dont la surface est souvent craquelée. Les bombes en croûte de pain font défaut.

Des flammes, provenant peut-être d'une combustion d'hydrogène et de gaz des marais, ont été observées de toutes parts au sommet du cône d'éruption. Nous avons aussi observé des flammes d'une couleur bleu jaunâtre ou bleu vert (combustion de S ou de H^2S ?).

Nous pouvons conclure de nos observations :

a. Que le nouveau foyer éruptif de Santorin a été sous-marin dans sa première période. L'éruption a débuté par une déchirure du terrain, appartenant au système des fissures du sol, sensiblement rectilignes, qui, d'après Fouqué, sont rangées le long d'une bande étendue, dirigée de ENE vers WSW, et sur lesquelles les anciens centres d'éruption (îles de Mai, cônes de Giorgios, de 1707 et de Mikra-Kaméni) se trouvent placés.

b. Les coulées de laves, qui se sont épanchées jusqu'à présent, se distinguent par leur développement en longueur assez faible. Les laves sont douées d'une faible fusibilité et elles arrivent à la surface du sol dans un état voisin de celui de leur solidification. Leur contenance en SiO^2, d'après trois analyses exécutées par nous, est égale à 64,20-65,84 pour 100. Grâce à leur viscosité elles tendent constamment à boucher la bouche d'éruption, de sorte qu'un cratère typique ne peut pas se former. Par conséquent aussi, les explosions causent la pulvérisation des matériaux, d'où la production de pierres, de sables et de cendres abondants.

c. Nous pouvons donc caractériser le type de la nouvelle éruption du volcan de Santorin comme un type *vulcanien*, avec quelques caractéristiques du type *strombolien*.

Nous continuons sur place l'étude des phénomènes; nous avons également commencé l'analyse chimique complète et l'examen microscopique des nouvelles laves et des bombes que nous avons recueillies.

MÉTÉOROLOGIE. — *Les nuages de la saison des pluies en Afrique occidentale.* Note de M. **Henry Hubert.**

Les descriptions générales suivantes sont basées sur des mesures effectuées à Dakar et sur des observations faites dans l'ensemble de l'Afrique occidentale française.

I. Nuages situés dans le courant de la mousson (direction NW à SW). — Ce sont les *cumulus*, formés sous l'influence de courants ascendants rapides. Altitude de la base : 400 à 1200^m, plus grande fréquence, 800. Hauteur : quelques hectomètres au plus. Vitesse : 3 à 8 m/sec. Localement ils peuvent se charger fortement en vapeur d'eau et donner de la pluie de l'Ouest (*fracto-cumulus*).

II. Nuages situés dans le courant de l'harmattan (direction E). — *a. Cumulo-nimbus*. — Dus à la condensation rapide, dans la zone alors froide de l'harmattan, de la vapeur d'eau amenée par les courants ascendants. Leur base peut se confondre provisoirement avec celle des cumulus de mousson (elle a, par suite, la même direction), mais elle est souvent un peu plus haute (1200^m). Leur sommet atteint normalement 2500 à 3000^m. Leur masse, parfois de moins de 1$^{km^2}$ de surface, peut rester longtemps sans modifications isolée, Elle peut aussi s'agglomérer à d'autres masses et s'étendre, de préférence suivant une direction NS, sur des centaines de kilomètres de longueur. Elle peut également donner naissance à un véritable système nuageux, comme on le verra par la suite.

b. Cirrus. — Fréquemment, sous l'influence des courants ascendants, qui continuent à exercer leur action, le cumulo-nimbus bourgeonne. D'un point quelconque monte brusquement, à une vitesse de plus de 100^m à la minute, une étroite colonne de vapeur (moins de 500^m de largeur parfois). Vers 5000 ou 6000^m, les volutes, très denses s'arrêtent, puis commencent à s'étaler (enclume). A ce stade, deux phénomènes différents se manifestent simultanément : 1° en même temps que de violentes décharges électriques se

produisent entre le sommet et la base du nuage, le sommet se libère d'une grande partie de sa vapeur d'eau, qui retombe en pluie, soit pour s'ajouter à la vapeur d'eau de la base, soit pour parvenir jusqu'au sol (cas moins fréquent); 2° sous l'influence de poussées latérales intenses qui paraissent toujours se produire vers les mêmes altitudes, il se forme des types nuageux nouveaux. Les premiers sont les cirrus, localisés au sommet de la masse. Leur étalement, le plus souvent horizontal, se fait d'abord avec une vitesse de l'ordre de 20 m : sec (champignon). Il se ralentit d'ordinaire progressivement après une dizaine de minutes.

Trois cas peuvent alors se présenter : 1° le cirrus continue à faire corps avec le cumulo-nimbus d'où il provient et il se déplace avec lui, en le précédant toutefois; 2° il est très incomplètement rattaché par sa base au cumulo-nimbus, et alors il suit une trajectoire différente de celle suivie par ce dernier; 3° il est complètement séparé du cumulo-nimbus, ou de ce qui en restait, et alors, plus ou moins étiré, déchiqueté, il demeure indépendant, soit sous forme de cirrus filamenteux s'il était élevé, soit avec l'aspect cumuliforme s'il était plus bas.

c. Alto-cumulus. — Sous l'action de poussées latérales intenses, des bandes d'alto-cumulus s'étalent également, mais en partant des flancs du cumulo-nimbus, à 2500 ou 3000^{m} de hauteur ([1]). Ils peuvent : 1° rester liés au cumulo-nimbus qui leur a donné naissance (ils le dominent alors en le dépassant largement sur toute sa surface); 2° devenir indépendants.

Ainsi le cumulo-nimbus est susceptible de se transformer en un véritable système nuageux, puisque, en dehors des nuages de corps et de traîne dont il sera question plus loin, il donne naissance à deux types de nuages élevés (cirrus et alto-cumulus), qui forment un tout avec le reste et dont la catégorie est spécifiquement déterminée par l'altitude quasi constante à laquelle ils se forment. Aussi, lorsque ces nuages se présentent isolés dans le ciel, tout porte à croire qu'ils proviennent le plus souvent de la dissociation de cumulo-nimbus résorbés.

d. Nimbus. — Surmontée ou non de son panache de nuages élevés, et solidaire ou non de ce panache, quand il existe, la partie basse et sombre du cumulo-nimbus a aussi son évolution caractéristique. Si les grands courants ascendants vers le sommet se produisent facilement, la quantité de vapeur d'eau localisée à la base du nuage reste faible et le nimbus propre-

---

([1]) On est ainsi dans les conditions d'un schéma donné par MM. Schereschewky et Wehrlé (*Les systèmes nuageux*, III, Photographies, fig. 19 *bis*).

ment dit peu important. Il peut même presque totalement se vider par le haut et s'évanouir sur place.

Mais la vapeur d'eau peut aussi s'accumuler dans la partie basse du cumulo-nimbus, soit sous l'influence des courants ascendants, soit sous l'influence des masses d'eau tombées du sommet du cumulo-nimbus et récupérées par le nimbus. Il peut y avoir, en outre, condensation sous l'influence du refroidissement (en fin de journée) ou de phénomènes électriques. L'épaisseur de la masse sombre augmente alors à vue d'œil et, au bout d'un certain temps, la limite de stabilité étant dépassée, il se produit encore, mais dans les parties basses, une poussée latérale analogue à celle signalée à d'autres étages. La masse de vapeur accumulée fuse alors de côté, par la base, en suivant une direction qui est celle de l'harmattan (parfois un peu modifiée par un vent local) avec tendance rapide à la descente, du fait du poids de la masse nuageuse. Le tout s'accompagne de phénomènes mécaniques violents : c'est le grain.

e. Strato-cumulus. — Le nimbus fournit dans sa partie frontale une pluie torrentielle (1^{mm} à la minute) qui dure peu. Il se transforme ensuite insensiblement en un voile de strato-cumulus de quelques hectomètres de hauteur, donnant une pluie fine.

f. Stratus. — Après la pluie, et parfois pendant des heures encore, les derniers lambeaux du système passent sous forme de grands stratus isolés, au-dessus desquels apparaît le dôme persistant des alto-cumulus provenant de la dissociation de la partie supérieure de la masse de cumulo-nimbus.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la répartition des forces au voisinage d'une discontinuité.* Note de M. **L. Petitjean**, présentée par M. Bigourdan.

Dans une précédente Note (¹), nous avons indiqué un procédé synoptique pouvant servir à déterminer le sens de propagation des fronts de discontinuité par la construction du champ d'accélération. En pratique, on se contente de construire le champ des variations géométriques du vecteur vent au cours d'intervalles de temps suffisamment restreints. L'objet de la présente Note est d'expliquer la répartition des forces ainsi obtenues par la tendance à la conservation de l'état stationnaire du mouvement.

(¹) Voir L. Petitjean, *Sur le déplacement des fronts de discontinuité* (*Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1279).

Considérons deux masses d'air de températures différentes, animées de vitesses parallèles, de sens opposé et disposées de telle manière qu'elles tendent à déterminer une rotation cyclonique. L'angle aigu α que fait la surface de séparation des deux masses avec l'horizon peut se représenter par la formule de Margules simplifiée :

$$\alpha = K \frac{\Delta V}{\Delta T}, \tag{1}$$

dans laquelle K est une constante pour la région considérée, ΔV la différence des vitesses et ΔT la différence des températures des deux masses d'air (dont on néglige la différence des densités).

Admettons que l'angle α, relatif à l'état stationnaire du mouvement, tende à se conserver quand on modifie les conditions de l'équilibre, et cherchons si les conséquences de cette hypothèse sont d'accord avec les faits.

La formule (1), différentiée logarithmiquement, donne

$$\frac{d\alpha}{\alpha} = \frac{d(\Delta V)}{\Delta V} - \frac{d(\Delta T)}{\Delta T}.$$

Pour que l'angle α reste constant, il est alors nécessaire qu'à une variation relative du contraste des températures corresponde une égale variation relative du contraste des vitesses. En particulier, une accélération normale au front de discontinuité s'ajoutant géométriquement à la vitesse de l'une des deux masses d'air (air actif) a pour effet d'augmenter le contraste des températures. Il faut donc que la vitesse de la masse d'air contiguë (air passif) prenne une accélération parallèle au front et orientée de façon que l'air passif tende à se placer à 90° et à gauche par rapport à l'air actif.

Cette répartition des forces, qui découle de notre hypothèse sur la conservation de l'état stationnaire est, en effet, celle que l'on observe sur les cartes de champs d'accélération au voisinage d'une discontinuité. En décomposant les forces suivant les directions normale et parallèle au front, on voit, par exemple, dans le cas du front chaud, les composantes normales l'emporter, du côté chaud, en grandeur sur les composantes tangentielles et, inversement, les composantes tangentielles l'emporter, du côté froid, sur les composantes normales. Le mouvement de l'air chaud (air actif) tend à augmenter le contraste des températures pendant que celui de l'air froid (air passif) tend à accroître le contraste des vitesses. L'inverse se produit dans le cas du front froid.

Lorsque survient une « occlusion » de l'air chaud par l'air froid, les dis-

continuités s'évanouissent dans les couches inférieures de l'atmosphère pour faire place à un tourbillon d'air de plus en plus homogène. Aux endroits où s'affaiblit le contraste des températures, on observe corrélativement, sur les cartes de champs d'accélération, une décroissance des forces appliquées aux masses d'air voisines du sol. Ces forces finissent d'ailleurs par s'annuler en même temps que les inégalités thermiques.

ZOOLOGIE. — *Sur la présence au Maroc du Pélobate cultripède.* Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Comme on le sait, la faune du Maroc est avant tout paléarctique, aussi est-il toujours intéressant d'y constater l'existence de nouvelles formes européennes. Dans cet ordre d'idées, j'ai déjà signalé, parmi les Poissons d'eau douce, la présence de la Loche de rivière (*Cobitis tænia* L.).

Il s'agit aujourd'hui d'un Batracien anoure de la famille des Pélobatidés, le Pélobate cultripède (*Pelobates cultripes* Cuvier), connu actuellement de l'ouest et du midi de la France et de la péninsule ibérique.

C'est un animal lourd, à formes trapues, à aspect général de Crapaud, qui passe la plus grande partie de son existence enfoui profondément sous la terre qu'il creuse à l'aide du tubercule noir, dur et tranchant armant ses tarses. Ses mœurs expliquent pourquoi il demeure si souvent inaperçu, car sauf au moment de la reproduction où il va à l'eau et se montre le jour, le reste du temps il ne sort qu'à la tombée de la nuit pour rechercher les Insectes et les Vers dont il fait sa nourriture. D'autre part, son têtard est très remarquable par les dimensions extraordinaires qu'il peut atteindre.

Actuellement chargé de mission au Maroc, j'ai remarqué en faisant la révision des Batraciens du Musée de l'Institut scientifique chérifien, à Rabat, deux volumineux têtards, à membres postérieurs à peine naissants, et mesurant respectivement 55 et 70^{mm} de longueur. Ces animaux ont été récoltés au sud de Sébou, en mai 1924, par M. Zaborski, chef du service des plantations du Maroc, dans une région marécageuse, la merdja des Beni Hassene, à une dizaine de kilomètres à l'est de Kénitra. Le préparateur de l'Institut, M. Memeth, ayant eu ensuite des têtards vivants provenant de ce point, a pu en poursuivre l'élevage jusqu'à l'état parfait et une série de ces individus existe au Musée. Ce sont des Pélobates cultripèdes, dont l'habitat se trouve ainsi considérablement étendu. La faune

du Maroc, assez pauvre en Batraciens anoures ([1]), s'augmente ainsi d'un représentant d'une famille nouvelle pour le pays et fort curieuse.

Conduit par M. Zaborski, j'ai visité le lieu où ont été pris les têtards. En cette fin de septembre, c'est une région sablonneuse presque entièrement desséchée, distante d'une vingtaine de kilomètres à vol d'oiseau de la côte de l'Atlantique, dans une zone déserte éloignée de tout grand centre habité. L'hypothèse d'une introduction me paraît donc devoir être écartée, et il ne me semble pas douteux qu'on ait affaire à une forme autochtone.

Il en est de ce Batracien anoure comme du Pleurodèle de Waltl (*Molge Waltli* Mich.), Urodèle qui habite l'Espagne et le Portugal et, comme l'indique Boulenger ([2]), la Tangitanie, et qui descend même, ainsi que j'ai pu le constater, dans le Maroc occidental, jusqu'aux environs de Salé et de Rabat.

ZOOLOGIE. — *Observations sur* Lagis Koreni : *Hermaphrodisme; formations paramyéliniques dans l'ovule; cellules néphridiennes avec capsules à corps central.* Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. F. Mesnil.

De Saint-Joseph (1898) présente cette espèce comme ayant les sexes constamment séparés. Cependant, j'ai trouvé, dans les individus ouverts en août, des spermatogemmes libres, formés de gonies et de cytes de premier ordre, en même temps que des ovules à tous les stades. A la fin de septembre, on rencontre des *Lagis* dont le liquide cavitaire tient en suspension à la fois de nombreux ovules et des régimes de spermatozoïdes en abondance; d'autres renferment beaucoup de régimes et peu d'ovules libres, et chez quelques-uns le liquide ne contient que des ovules. Un animal encore jeune, dont le cœlome ne contenait pas d'éléments reproducteurs libres, avait des glandes génitales hermaphrodites. Ces quelques indications suffisent pour démontrer l'existence d'un hermaphrodisme au moins temporaire chez ce polychète, et aussi la nécessité d'en suivre longtemps les manifestations reproductrices, afin de déterminer le cycle annuel des changements qui ont lieu dans les glandes génitales.

Le cytoplasme des ovules, examinés vivants dans le liquide cœlomique, offre des différenciations morphologiques curieuses. Je les avais déjà ren-

---

([1]) Six espèces : Grenouille verte, Crapaud commun, Crapaud vert, Crapaud mauritanique, Rainette, Discoglosse peint.

([2]) *Tr. Zool. Soc.*, 3e série, 13, 1891, p. 163.

contrées dans l'ovule de *Lanice conchylega* ([1]), où elles m'avaient semblé provenir de la transformation d'une sorte de chromidium. Je les trouve ici dans de jeunes ovules de 30 à 42^{μ} de diamètre, ceux qui atteignent 55^{μ} n'en montrent déjà plus. Elles sont en nombre variable, généralement plus nombreuses à mesure que la taille de l'ovule augmente; ce sont des sphères voisines du noyau, des anneaux plus ou moins épais et étirés, le plus souvent avec une structure lamellaire concentrique, de courts boudins, des écheveaux ou bien des filaments provenant, selon toute vraisemblance, de l'ouverture et de la dissociation naturelles des formes précédentes, ou même encore de grandes écailles en accolade. Elles se colorent faiblement par le bleu de crésyl et sont douées d'une résistance appréciable; la plupart résistent au Lang; le Regaud les conserve; elles paraissent être le moins mal fixées après l'action du Benda. Elles évoquent d'une part le nebenkern de quelques types d'éléments reproducteurs étudiés, d'autre part certains dispositifs récemment présentés comme appareil de Golgi. Quelques-unes des formes rappellent les anneaux feuilletés et mous des cellules sphéruleuses des Enchytréides ([2]). Ce sont des manifestations dans le cytoplasme de phénomènes de prévitellogenèse, à rapprocher, me semble-t-il, des productions paramyéliniques; je compte reprendre bientôt leur étude dans un travail plus étendu.

Les néphridies de *Lagis*, au nombre de trois paires, ont une teinte brune caractéristique; l'examen microscopique sur le vivant en donne la raison. Elle est due à la présence dans le cytoplasme de chaque cellule, en nombre souvent élevé, d'inclusions sphériques relativement volumineuses (10 à 22^{μ}). Ces inclusions ont l'aspect de capsules pourvues d'une membrane individualisée, résistante et séparable du cytoplasme. Elles renferment une substance liquide incolore, au centre de laquelle se trouve en suspension un corps réfringent (parfois, il y en a deux ou trois) d'un jaune roux, sorte de calcul plus ou moins sphérique, mesurant de 7 à 12^{μ}, le plus souvent hérissé à sa surface et rappelant un peu les pycnaster, sterraster des éponges. De la couleur de ces corps réfringents, en nombre immense dans la néphridie, provient la teinte brune d'ensemble de l'organe. Différents stades de la formation et de la croissance des capsules coexistent à peu de distance; jeunes, elle ne renferment pas de corps central, ce sont alors des vacuoles

---

([1]) A. DEHORNE, *Suite de phénomènes figurés dans la vitellogenèse, etc.* (*C. R. Soc. Biologie*, 89, 1923, p. 662).

([2]) A. DEHORNE, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1079.

sphériques à limite précise qui prennent volontiers le bleu de crésyl. Le moindre changement d'équilibre dans la cellule néphridienne chargée de ces capsules provoque leur mise en liberté et elles persistent assez longtemps dans l'eau de mer sans éclater. Sur les frottis, les capsules s'évanouissent, mais les corps centraux persistent et montrent une grande résistance aux traitements histologiques. On peut admettre que l'urine de *Lagis* est constituée par un liquide, principalement formé de celui qui remplit les capsules après leur éclatement, dans lequel nagent les corps centraux que le liquide est incapable de dissoudre.

A cause de ces capsules à corps central, les néphridies de *Lagis* doivent être rapprochées des vessies des glandes antennaires de *Cancer*, *Dromia*, etc. étudiées récemment par Ed. Fischer (¹). Contrairement à l'opinion de cet auteur, les capsules ne sont pas l'apanage des crustacés décapodes. Elles sont même connues depuis longtemps chez les polychètes; de Saint-Joseph les avait vues chez *Lagis* (1898) et elles ne sont autres que les *Excretbläschen* des néphridies des Capitellides décrits par Eisig (1887).

PHYSIOLOGIE. — *Avitaminose C (avec ou sans tuberculose) et cholestérine du sang et des surrénales.* Note de MM. **G. Mouriquand** et **Leulier**, présentée par M. Widal.

Nous avons précédemment signalé que le taux de la cholestérinémie ne différait pas sensiblement chez le cobaye scorbutique (avitaminose C) et chez le cobaye normal (²).

Dans le but d'étudier les variations possibles de la cholestérine dans les organes du cobaye en état d'avitaminose C, nous avons d'abord déterminé le pourcentage de ce corps dans les organes frais du cobaye normal.

D'après Mayer et Schaeffer, la teneur en cholestérine des tissus (secs) est caractéristique de l'organe considéré (³). Si l'on considère la teneur

(¹) *Arch. anat. micr.*, **21**, 1925, p. 255.

(²) Mouriquand, Leulier, Michel et Idrac, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1699.

Des observations analogues ont été enregistrées par nous en ce qui concerne le cobaye tuberculeux, et le cobaye carencé chronique tuberculeux (expériences inédites).

(³) *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, **15**, 1913, p. 510, 534, 775.

D'après ces auteurs, pour 100 de tissus secs, on trouve en moyenne chez le cobaye : 1,57 de cholestérine dans le poumon, 1,37 dans la rate, 1,09 dans le rein, 0,60 dans le foie, 0,24 dans le muscle.

des tissus frais analysés aussitôt après le sacrifice de l'animal, on retrouve les mêmes différences caractéristiques. Nous avons noté en effet les chiffres ci-après ([1]), obtenus par la méthode colorimétrique de Grigaut :

	Moyenne de cholestérine	Chiffres extrêmes.
Poumons (10 cobayes)	0,45	0,32- 0,87
Rate (10 cobayes)	0,46	0,27- 0,71
Foie (10 cobayes)	0,26	0,16- 0,36
Surrénales (10 cobayes)	8	4,65-13,63

Le dosage de la cholestérine des organes des animaux carencés a principalement porté sur les *surrénales*. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	Moyenne.	Extrêmes.
Avitaminose C aiguë (5 cobayes mâles)	2,716	1,87-3,47
Du 22e au 46e jour (5 cobayes femelles)	3,51	2,10-5
Avitaminose C chronique (2 cobayes)	3,90	»
Avitaminose C chronique + tuberculose (3 cobayes)	1,90	1,72-2,26
Cobayes au chenil, tuberculosés + non carencés (3 cobayes)	4,93	8,40-2,96

Quant à la teneur observée dans la rate de ces différents animaux, elle ne diffère pas de celle de cobayes normaux ([2]), quel que soit le poids de cet organe (qui a passé de 1 à 8 grammes chez certains tuberculeux).

Il semble donc que l'avitaminose C aiguë de même que l'avitaminose C chronique s'accompagne de troubles profonds dans le métabolisme de la cholestérine des surrénales alors qu'elles sont sans retentissement appréciable sur la cholestérinémie ([3]). Ce trouble paraît aggravé par l'association de la tuberculose à la carence alimentaire.

Ces faits expérimentaux pourront servir à orienter la diététique des tuberculeux dans le sens de l'aliment frais.

([1]) Nos chiffres concordent sensiblement avec ceux de Manceau (*Thèse*, Lyon, juillet 1925), qui indique : 0,438 pour le poumon, 0,358 pour la rate, 0,21 pour le foie, 6,25 pour les surrénales.

([2]) Des variations importantes de poids n'ont pas été observées pour les surrénales. Cobaye normal : moyenne, 0g,465 (minimum 0,204; maximum 0,967); *carence aiguë :* 0,401 (minimum 0,286, maximum 0,632); *carence tuberculeux :* 0,57 (minimum 0g,43, maximum 0g,897).

([3]) Il en a été de même chez les cobayes de Manceau (*loc. cit.*) soumis à divers anesthésiques.

BIOLOGIE. — *Remarques sur la biologie du Germon dans la mer des Antilles.* Note de MM. **A. Gruvel** et **B. Conseil**, présentée par M. L. Mangin.

Il existe, dans les eaux de nos Colonies antillaises, la Martinique et la Guadeloupe, entre autres grands *Scombridés*, le Germon (*Orcinus alalonga* Risso) ou Thon blanc, absolument identique à celui de nos côtes de France et d'un poids moyen de 3^{kg}.

Ce poisson, dont la valeur économique est, comme on sait, de tout premier ordre, apparaît, par bandes considérables, dans la mer des Antilles vers le 15 avril et disparaît du milieu à la fin de juillet, parfois, même, un peu plus tard.

On sait que la même espèce de thon apparaît sur les côtes d'Espagne en juin et, après avoir traversé le golfe de Gascogne et remonté jusqu'au sud-ouest de l'Irlande, disparaît, vers la dernière quinzaine de septembre. Les germons capturés sur les côtes d'Europe sont toujours vides d'œufs aussi bien que de laitance.

Il n'en est pas de même dans la mer des Antilles et tous les germons qui ont pu être examinés sur place par l'un de nous se sont montrés avec des ovaires ou des testicules *très développés*. Les œufs mesurent environ $0^{mm},5$ de diamètre et leur nombre varie de un à deux millions environ.

Les deux ovaires d'un germon examinés le 21 avril dernier comptaient, environ, 1615000 œufs; le 23 mai, 2 millions et le 13 juin, 1076000.

La température de l'eau, en surface, où se tenaient les germons, était, en avril, de 27° et en mai de 27°,8.

Les germons se tiennent non seulement à la surface, mais aussi à une faible profondeur. Tous ceux dont le contenu stomacal a pu être examiné se sont montrés absolument à jeun, ce qui se remarque, également, dans les thons rouges (*Orcynnus thynnus* L.) de la Méditerranée, au moment de leur course vers l'Est.

Le fait que, sur les côtes d'Europe, tous les germons sont vides et que, au contraire, dans la mer des Antilles, la très grande majorité portent des glandes sexuelles bien développées, n'indiquerait-il pas que, tout au moins pour une partie de ces poissons, la zone de ponte se trouve soit dans la mer des Antilles elle-même, soit dans une région voisine?

Ne faudrait-il pas rapprocher ces observations de celles de Schmidt pour les Anguilles et penser qu'il y a là, dans cette zone particulière, un centre d'attraction spécial pour la ponte de certaines espèces de poissons?

Nous ne savons donc encore que très peu de choses sur la biologie du Germon des Antilles, mais ce que nous en connaissons est suffisamment intéressant pour justifier des recherches méthodiques et scientifiques menées, aussi bien à la Martinique qu'à la Guadeloupe et dans les îles avoisinantes.

BIOLOGIE. — *La phagocytose et l'immunité chez les blastula et gastrula des oursins.* Note de MM. S. **Métalnikov** et **Rapkine**, présentée par M. F. Mesnil.

Grâce à l'appareil de microdissection et microinjection du Professeur Chambers (¹), nous avons réussi à réaliser des injections dans la cavité de blastula et de gastrula d'oursins de mer (*Paracentrotus lividus*).

L'opération se fait dans une goutte pendante avec une pipette très effilée. Nous avons pu injecter différents colorants et des émulsions de microbes. Pour commencer, nous avons injecté à des blastulas (16-18 heures après la fécondation) une émulsion d'encre de Chine dans l'eau de mer.

Une heure et demie après l'injection, apparaissent dans le blastocèle les cellules mésenchymateuses. On connaît bien l'origine des éléments mésenchymateux chez les larves d'oursins par les travaux de Selenka (1879), Metchnikoff (1885), Théel (1894) et d'autres. Il y a d'abord une première poussée des cellules mésenchymateuses avant l'invagination de l'entoderme. Ensuite, l'entoderme s'invaginant, une deuxième poussée de cellules mésenchymateuses se détache du sommet de l'intestin primitif.

2 heures et 2 heures et demie après l'injection de l'encre de Chine, on n'observe aucune phagocytose, quoiqu'il y ait beaucoup de cellules mésenchymateuses. Les grains d'encre de Chine restent libres, et dans les humeurs s'agglutinent en petits grumeaux (*fig.* 1).

3 heures et demie à 4 heures après l'injection (22 heures après la fécondation) apparaissent les nouvelles cellules mésenchymateuses du sommet de l'intestin. Aussitôt elles commencent à englober l'encre de Chine par leurs pseudopodes très allongés (*fig.* 2). Ce sont de vrais phagocytes, qui

(¹) R. Chambers, *The microvivisection method* (*Biol. Bull.*, 34, 1924, p. 121-136); *New apparatus and methods for the dissection of living cells* (*Anat. Record*, 24, 1925, p. 1-19).

accomplissent leur travail très vite. En une demi-heure, tous les grains d'encre de Chine sont englobés et la cavité de la larve est débarrassée de ces substances inertes.

4 heures à 8 heures après l'injection, la quantité des phagocytes augmente considérablement et ils se répandent partout.

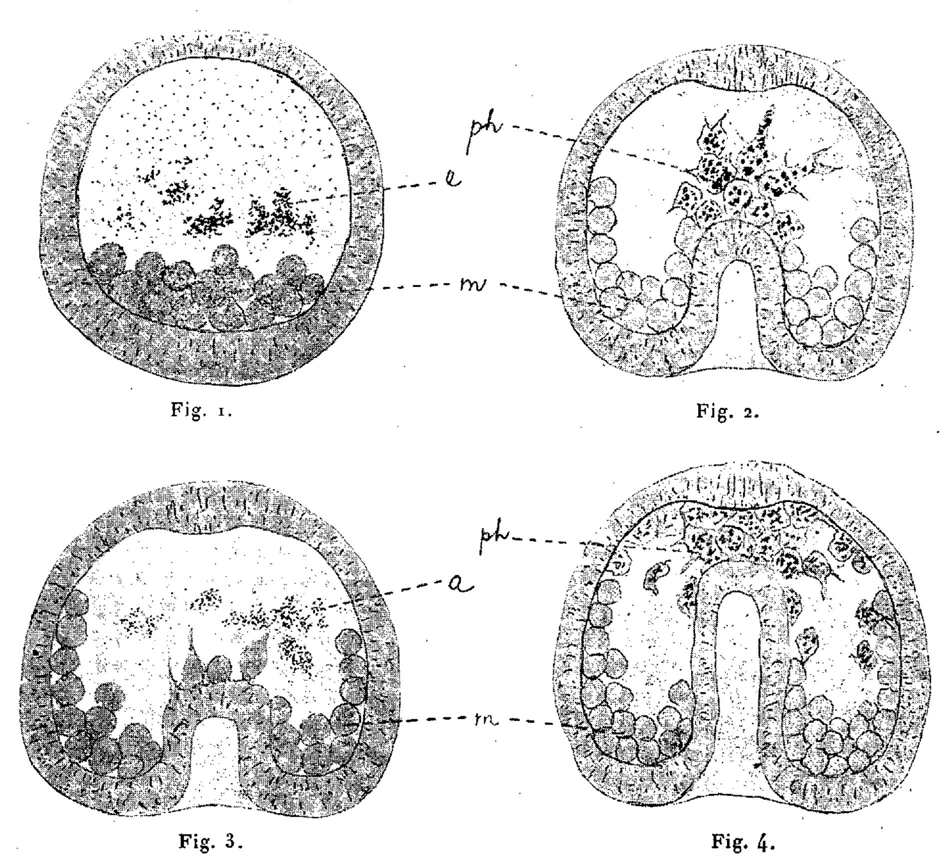


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3. Fig. 4.

m, cellules mésenchymateuses; *ph*, phagocytes; *a*, microbes agglutinés.

Nous avons exécuté les mêmes expériences avec des microbes. Les émulsions sont toujours préparées dans l'eau de mer. Comme microbes, nous avons pris le *B. tumefaciens*, le vibrion cholérique, et un microbe isolé par le Professeur Cantacuzène de Siponcles malades. *Bact. tumefaciens* et le microbe des siponcles sont inoffensifs pour les larves d'oursins et ne provoquent pas une maladie mortelle (si la dose injectée n'est pas trop forte).

1 heure ou 2 heures après l'injection, tous les microbes sont agglutinés dans les humeurs du blastocèle (*fig.* 3).

4 heures après l'injection (22-25 heures après la fécondation) apparaissent les nouvelles cellules mésenchymateuses qui commencent à englober et digérer les microbes (*fig.* 4). C'est ainsi que se réalise chez les larves l'immunité naturelle.

En revanche, les larves sont très sensibles envers les vibrions cholériques. Injectés dans le blastocèle, les vibrions conservent leur vitalité et empêchent le développement de l'embryon. L'invagination se produit très lentement ou même ne se produit pas du tout. Les cellules mésenchymateuses de la première portion n'englobent pas les vibrions et la larve meurt avant qu'il se forme de vrais phagocytes.

Ainsi nous pouvons dire que la larve des oursins, même aux stades de blastula et de gastrula, possède une immunité très marquée contre *Bact. tumefaciens* et le microbe de Cantacuzène. D'autre part elle est trés sensible aux vibrions cholériques. Nos expériences ont démontré que l'immunité se réalise par les phagocytes qui se détachent du sommet de l'intestin primitif.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les lésions altératives du tissu lamelleux au cours de l'inflammation expérimentale.* Note [1] de MM. **E. Grynfeltt** et **H.-J. Guibert**, transmise par M. Henneguy.

Nous rapportons ici les résultats d'une série d'expériences que nous avons instituées chez le cobaye pour essayer d'établir ce que devenait la structure lamellaire du tissu conjonctif au cours des processus inflammatoires aigus.

On sait en effet que, confirmant les données anciennes de quelques histologistes (Axel Key et Retzius, Lowe, Flemming, etc.), Laguesse a démontré que le tissu conjonctif lâche ou tissu lamelleux était constitué par un système de lamelles délimitant des logettes plus ou moins étendues. Par l'étude de l'histogenèse de ce tissu et par l'analyse pénétrante de sa constitution chez l'adulte au moyen de certaines colorations électives (picro-noir naphtol, picro-fuchsine), cet auteur a précisé la constitution de ces lamelles.

Reprenant les idées de Retterer, de Studnicka, Laguesse a établi que les lamelles de ce tissu étaient constituées par une « substance fondamentale » ayant la valeur d'un syncytium, c'est-à-dire par une substance protoplasmique continue (symplasme lamellaire hyalin) à l'intérieur de laquelle se différencie ultérieurement une trame fibrillaire formée par des fibres conjonctives et par un réseau élastique.

(1) Séance du 24 août 1925.

Afin d'établir ce que devenait ce symplasme lamellaire hyalin (substance fondamentale de certains auteurs) au cours des processus inflammatoires, nous nous sommes adressés tout d'abord au procédé classique de l'injection d'essence de térébenthine ($0^{cm^3},5$ environ) dans le tissu lamineux souscutané.

L'injection de cette substance détermine, au niveau de la région baignée par le réactif, une zone de nécrose. En ce point, les cellules migratrices, de même que l'ensemble des éléments du tissu conjonctif, sont totalement mortifiées, mais l'architecture lamelleuse du tissu y est conservée. Elle l'est aussi au niveau de la zone d'infiltration qui apparaît autour de l'escarre. Les images obtenues sont conformes à celles que M. G. Morel a réalisées dans l'œdème simple. La présence de cellules inflammatoires dans le plasma interstitiel est la principale différence qu'on relève entre l'œdème inflammatoire et l'œdème simple.

En certains points, à la limite du plan aponévrotique, nous avons observé un épaississement considérable du système lamellaire pouvant aller jusqu'à l'oblitération presque totale des espaces interlamellaires. Ce gonflement nous a paru être en rapport avec l'*hydrosyntasie* des lamelles colloïdales qui constituent le plasma lamellaire hyalin.

Nous avons ensuite étudié les altérations que provoque dans les lamelles conjonctives l'inflammation septique.

Dans ce but nous avons employé des cultures atténuées de staphylocoque de manière à obtenir surtout des lésions locales.

Ici, les phénomènes sont tout différents. Au niveau du point injecté apparaît, au bout de quelques heures, une collection purulente. En ce point l'architecture lamellaire est totalement détruite; on ne trouve plus que quelques débris de fibres conjonctives, les plus grosses. Le précollagène a totalement disparu.

Dans la zone d'œdème inflammatoire qui environne la masse purulente, les désordres sont beaucoup plus grands que dans l'œdème inflammatoire des foyers aseptiques. Non seulement les éléments de la trame conjonctive ont perdu leur disposition régulière primitive, mais les fibres plus fines, soit les fibres collagènes délicates d'ordre tramulaire, soit les fibrilles réticulaires dont Nageotte a démontré l'existenee à l'intérieur des lamelles du tissu lamineux par les imprégnations argentiques, ont perdu leur agencement lamellaire.

Cette désorganisation, ce désordre, qui se révèlent dans la disposition de la trame collagène par les colorations électives, sont la conséquence d'une

sorte de cytolyse excercée vraisemblablement par les toxines microbiennes sur la substance fondamentale (symplasme lamellaire hyalin). Ce sont, en effet, ces lamelles protoplasmiques qui forment le ciment qui assemble les divers éléments conjonctifs et qui apparaît comme le substratum nécessaire à la constitution des lamelles.

En résumé, le comportement de la gangue conjonctive du tissu lamineux, au cours des phénomènes inflammatoires, est très différent suivant qu'il s'agit d'inflammation aseptique par l'essence de térébenthine ou de celle produite par des cultures de staphylocoque.

Dans la première, la substance fondamentale des lamelles n'est pas détruite et la structure lamellaire est conservée; dans la seconde, sans doute sous l'influence d'une sorte de cytolyse exercée par les germes vivants, le plasma lamellaire hyalin subit une fente plus ou moins totale et la structure lamelleuse est profondément altérée.

MÉDECINE. — *Le sort du camphre et de l'huile, après injection expérimentale d'huile camphrée.* Note de MM. **Léon Binet** et **René Fabre**, présentée par M. Widal.

Au cours de recherches que nous avons entreprises sur le mécanisme de la résorption des huiles injectées dans le tissu cellulaire sous-cutané, nous avons été amenés à étudier le sort respectif du camphre et de l'huile, après injection sous la peau d'une quantité connue d'huile camphrée.

Toutes nos expériences ont été effectuées sur des chiens, auxquels nous injections, dans le tissu sous-cutané ou dans les masses musculaires d'une patte, d'une façon aseptique, 20^{cm^3} d'huile camphrée contenant le dixième de son poids de camphre. Cette huile était préparée avec de l'huile d'olives neutre, et était additionnée de diphénylanthracène ($0^g,10$ pour 1000^g d'huile camphrée). Ainsi rendue fluorescente, elle était plus facilement retrouvée dans les tissus par un simple examen fluoroscopique.

Aussitôt après l'injection huileuse, l'animal était placé dans une cage à urines, et il était sacrifié 2, 3, 5, 7, 9, 19, 24 ou 48 heures après le début de l'expérience. Nous nous sommes attachés à la recherche quantitative de l'acide camphoglycuronique dans les urines, du camphre et de l'huile dans les tissus, aux lieux d'injection, en nous aidant des techniques suivantes :

1. *Dosage de l'acide camphoglycuronique dans les urines.* — On sait que le camphre s'élimine par les urines à l'état de combinaison glycuronique de pouvoir

rotatoire lévogyre (α_D : 32°,85). Les urines des animaux, souvent troubles, ont été décolorées au noir, puis filtrées sur un papier à grain très fin. L'examen polarimétrique nous a permis de calculer le camphre éliminé, en multipliant la quantité de l'acide camphoglycuronique trouvée par 0,434.

2. *Dosage du camphre dans les tissus.* — La patte injectée, dans toute son étendue, était finement pulpée et aussitôt soumise à un entraînement par la vapeur d'eau de longue durée, de façon à recueillir 1¹,500 de distillat en partant de 200 à 250ᵍ de muscles. A la fin de l'opération, le réfrigérant était lavé avec une petite quantité de benzène, afin de dissoudre le camphre qui s'y était condensé. Le distillat était agité dans une ampoule à décantation avec du benzène, et l'on recueillait la solution benzénique après repos. L'épuisement était achevé par deux lavages au moyen du même solvant. Les solutions benzéniques réunies étaient desséchées au sulfate de soude anhydre, puis filtrées. Après détermination du volume, l'examen polarimétrique permettait l'évaluation du camphre dont le pouvoir rotatoire, en solution benzénique, est de α_D : 40°,62.

3. *Dosage de l'huile dans les tissus.* — Lors de l'incision des tissus, nous avions soin d'enlever la graisse naturelle de l'animal, puis, après élimination du camphre de la pulpe par l'entraînement au moyen de la vapeur d'eau, l'huile était extraite par l'éther. Par distillation des solutions éthérées, on obtenait un résidu constitué par l'huile fluorescente à un degré de pureté très satisfaisant, ainsi que l'ont montré les déterminations des constantes physiques et chimiques. La lecture du volume recueilli indiquait la quantité d'huile récupérée.

Ces diverses méthodes nous ont permis de rechercher le sort de l'huile et le sort du camphre.

A. *Le sort du camphre.* — Nos résultats peuvent ainsi se résumer : après injection de 2ᵍ de camphre, nous avons retrouvé les quantités suivantes :

Durée de l'expérience.	Camphre dans le muscle.	Camphre dans l'urine à l'état de combinaison glycuronique.
	g	g
2 heures	0,960	0,164
3 »	0,853	0,457
5 »	0,525	//
7 »	//	0,821
9 »	0,05	//
19 »	0	1,794
24 »	0	//
48 »	0	1,752

Ainsi au bout de 9 heures, des 2ᵍ de camphre injecté, il ne reste plus qu'une partie infime (0ᵍ,05) dans les tissus. L'élimination par les urines est rapide : 19 heures après, on y a retrouvé 1ᵍ,794 de camphre. Cette quantité n'augmente plus dans la suite, et comme les urines étaient recueillies

avec le plus grand soin, il est permis de se demander s'il n'existe pas, en dehors de l'émonctoire rénal, une autre voie d'élimination pour le camphre (poumons?).

B. *Le sort de l'huile.* — Quant à l'huile injectée, nous l'avons retrouvée en totalité encore au bout de 48 heures (19^{cm^3},5). Des expériences complémentaires effectuées par l'un de nous en collaboration avec Verne ([1]) nous ont montré la lenteur de cette résorption, et des examens pratiqués dans des délais de 8, 30, 45 et 72 jours nous ont appris que l'huile persiste sous forme de gouttelettes qui subissent une sorte d'enkystement : la paroi de ce pseudo-kyste est riche en leucocytes, dans lesquels on retrouve de nombreuses enclaves grasses, et qui constituent les éléments de résorption de l'huile injectée.

En résumé, après l'injection expérimentale d'huile camphrée, on note l'élimination du camphre qui quitte rapidement les tissus pour être surtout éliminé par les reins ; quant à l'huile, elle reste présente au lieu de l'injection pendant des semaines et elle est résorbée grâce à un afflux de leucocytes qui constituent autour des goutelettes huileuses un véritable enkystement.

La séance est levée à $15^h 30^m$.

A. Lx.

([1]) Léon Binet et J. Verne, *De la destinée des huiles injectées dans le tissu souscutané* (*C. R. Soc. Biol.*, 93, 1925, p. 421).

ERRATA.

(Séance du 20 juillet 1925.)

Note de MM. *R. Locquin* et *R. Heilmann*, Décomposition des pyrazolines par oxydation spontanée :

Page 121, ligne 15, *au lieu de* la glace jaunit, *lire* la masse jaunit.

(Séance du 21 septembre 1925.)

Note de M. *Mandelbrojt*, Sur la meilleure approximation des fonctions analytiques et leurs points singuliers :

Page 366, ligne 4 de la Note, *au lieu de* $|f(x) - P_n(x)|$, *lire* Max. $|f(x) - P_n(x)|$.
Page 367, ligne 8, *au lieu de* demi-somme d'arcs, *lire* demi-somme d'axes.
Page 368, ligne 11, *au lieu de* fonction $f(z)$, *lire* fonction $\varphi(z)$; lignes 8, 10, 14, 16 et note, remplacer partout $\frac{1}{\sqrt{R}}$ par $\frac{1}{\sqrt{R}+\sqrt{R-1}}$ et $\frac{1}{\sqrt{R+1}}$ par $\frac{1}{\sqrt{R+1}+\sqrt{R}}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 OCTOBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Benedittte** et à M. **Cohen**, professeur de Chimie à l'Université de Leyde, qui assistent à la séance.

En offrant à l'Académie un Mémoire intitulé *Succession des éruptions et Bibliographie du volcan actif de la Réunion*, M. **A. Lacroix** s'exprime en ces termes :

Dans ce travail, je me suis proposé de préciser les principales caractéristiques (topographie, dynamisme, nature des laves) du volcan actif de la Réunion, de donner sa bibliographie complète et d'établir la succession de ses éruptions.

Lors de sa découverte, en 1505, l'île de la Réunion était déserte; elle l'est restée jusqu'en 1649, époque à laquelle Flacourt « commandant pour le roi de France dans l'île de Madagascar », y déporta quelques mutins des établissements de Fort-Dauphin qui en devinrent les premiers habitants. Il n'existe donc pas de tradition très ancienne sur le volcan ; c'est seulement à partir du milieu du XVIIe siècle que l'on trouve dans les récits des voyageurs quelques indications, d'abord imprécises, mais qui permettent cependant d'établir que le régime du volcan ne différait pas alors de ce qu'il a été depuis et de ce qu'il est actuellement.

La fréquence des éruptions, dont la dernière date de septembre 1924, rend désirable l'organisation d'un service régulier et méthodique pour l'étude de ces manifestations qui présentent un vif intérêt, en raison de la

fluidité du magma basaltique alimentant le volcan du Piton de la Fournaise. Par suite de cette grande fluidité, les éruptions consistent surtout en épanchements de lave avec des phénomènes explosifs, hawaïens ou stromboliens, de très faible envergure.

NÉCROLOGIE. — *Notice sur* M. JEAN MASSART (¹), par M. **FLAHAULT**.

M. **JEAN MASSART**, Correspondant de l'Académie dans la Section de Botanique, est mort le 16 août dernier à Houx-sur-Meuse (Belgique), à l'âge de 60 ans.

Sa vie a été particulièrement active. Il y a deux ans encore, il dirigeait au Brésil tropical quatre de ses élèves. Il était à peine de retour qu'il acceptait l'invitation d'aller faire des conférences dans les principales universités de la Confédération américaine du Nord. C'est alors que la maladie le surprit et l'immobilisa; il paraissait entré en convalescence; ses amis se promettaient de le voir reprendre son enseignement à la prochaine rentrée scolaire; ce fut un vain espoir.

Entré comme Chargé de cours à l'Université de Bruxelles en 1895, puis professeur et plus tard directeur de l'Institut botanique Leo Errera (1906), il poursuivit le grand effort entrepris par ce maître, en lui donnant d'ailleurs l'empreinte d'une personnalité très affirmée.

Donnant pour base à ses études une connaissance très étendue des végétaux, y compris les plus infimes, il était bien préparé pour aborder les problèmes les plus délicats de physiologie générale; il n'y manqua pas. Ses premiers travaux sur l'irritabilité et les aspects multiples de la sensibilité furent très remarqués; mais il ne renonça jamais à s'appuyer sur l'observation de la nature vivante.

Embarqué comme médecin à bord d'un bateau hollandais ramenant aux Indes néerlandaises des pèlerins musulmans venus à la Mecque, il passa plusieurs mois à Java, parmi les splendeurs de la vie équatoriale; il y ébaucha d'importantes études. Nous le retrouvons plus tard au Sahara, puis au Brésil. Entre temps, il projetait la création au Congo d'un institut de biologie équatorial et traçait le plan des recherches qu'il y faudrait entreprendre.

Toutefois le territoire surpeuplé de la Belgique, si éloigné semble-t-il

(¹) Séance du 5 octobre 1925.

des conditions naturelles, lui fournissait chaque jour les sujets de travaux originaux. Il avait donné tout son dévouement à l'Université de Bruxelles. Il ne se contentait pas d'y professer des cours que suivaient assidûment tous les étudiants biologistes; il dirigeait encore à travers la Belgique des herborisations où il excellait à faire naître des vocations et à former des disciples. Ses observations portaient sur tout ce que la nature vivante offre d'intéressant; il rappelait volontiers les recherches antérieures, pour les synthétiser à l'occasion de l'étude concrète des objets; il passionnait ses auditeurs dans ces entretiens familiers. Il examinait d'ailleurs sous les points de vue les plus divers les questions que le hasard d'une rencontre lui donnait l'occasion de traiter; il avait formé en faveur des étudiants de l'Institut botanique une remarquable collection de cartes, de profils, de documents de toute sorte destinés à placer toute démonstration sur le terrain dans un cadre général; l'observation de la nature commandait à ses yeux toute l'éducation du naturaliste.

On aimait la simplicité de Jean Massart; on appréciait sa bonté, son dévouement à la science, à ses étudiants, à sa patrie pour laquelle il avait lutté avec un héroïsme rare pendant l'invasion.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Deux stations expérimentales nouvelles de l'Argouane* (Pleurotus Eryngii), Note de M. **J. Costantin**.

Les deux stations nouvelles, créées expérimentalement de l'Argouane, Champignon comestible excellent, connu de Rabelais et signalé par Magnol (en 1675) méritent d'être signalées. L'une a été obtenue dans les Ardennes, à Guignecourt-sur-Vence, l'autre dans la forêt de Fontainebleau, en un point situé près du pont du chemin de fer de la route de Bourgogne. Les deux essais ont été faits dans des conditions assez différentes.

I. *Essai des Ardennes :*

C'est dans un champ d'expérience à Guignecourt-sur-Vence (Ardennes), situé à l'extrémité d'un plateau de 280^m d'altitude, 100^m au-dessus du fond de la vallée, légèrement incliné vers le Sud, exposé aux vents froids du Nord, mais défendu contre ceux du Nord-Est et du Sud-Ouest par des bois formant rideau protecteur, que l'ensemencement des mises de blanc de *Pleurotus Eryngii* a été fait la première fois, le 22 mars 1924, sous la surveillance de M. V. Cayasse, inspecteur primaire en retraite, à côté d'une cinquantaine de pieds d'*Eryngium campestre*, arrachés avec beaucoup de labeur, car les souches étaient très profondes. En mai suivant, ces pieds montrant leurs premières feuilles, le 13 de ce mois cinquante nouvelles mises de blanc furent

expédiées pour un nouvel ensemencement, dans la crainte d'un échec du premier ([1]).

Le sol du champ d'expérience est argilo-calcaire, fort graveleux, de fertilité moyenne et appartenant, dans le Bathonien, au calcaire à *Rhynchonella decorata*.

Jusqu'au 7 septembre 1925, M. Cayasse n'a observé que la dessiccation progressive des pieds d'*Eryngium*, et il commençait à croire à un échec de son essai, quand il découvrit sur les souches mortes de l'Ombellifère un Champignon dont le pied était entouré des fibrilles caractéristiques. Il me l'envoya aussitôt et j'ai reconnu l'Argouane, récolté si abondamment dans le marais poitevin ([2]).

Ce résultat tardif et très médiocre montre cependant qu'on ne doit pas se décourager dans les essais de cette nature. Il établit au moins, comme première étape, que l'on peut arriver à implanter le Champignon dans un sol qui ne le contenait pas et le faire fructifier. On a donc ainsi créé expérimentalement une station nouvelle de l'Argouane, car on n'a jamais récolté le *Pleurotus Eryngii* dans les Ardennes ([3]) et jamais M. Cayasse n'avait observé cette espèce dans la région qu'il habite.

2° *Essai de la forêt de Fontainebleau :*

La seconde expérience a été faite par moi-même dans des conditions différentes. Ce ne sont pas des pieds déterrés et repiqués qui ont été cette fois ensemencés, ce sont les plantes *en place*; par conséquent cet essai se rapproche plus des conditions naturelles et se rapporte tout à fait au programme que je me suis antérieurement fixé, en vue de l'utilisation des terres incultes.

C'est sur une étendue de quelques mètres ([4]) que l'inoculation des mises a été faite le 25 avril 1924. Les jeunes feuilles de *l'Eryngium campestre* commençaient à pointer hors du sol. Plusieurs trous ont été faits autour des pousses d'une profondeur de 5 à 10^{cm}, le blanc déposé, puis le trou rebouché. Aucun autre traitement, les plantes ont été abandonnées à leur évolution normale. Le sol était du sable humifère, légèrement calcaire.

J'ai visité régulièrement le point ensemencé surtout à l'automne 1924 et depuis le commencement de 1925. Je viens de récolter le 2 octobre 1925 deux Champignons qui ont poussé en cette station nouvelle : l'un avait au chapeau ocracé clair de 5^{cm}, un pied de côté, inséré sur un pied d'Ombellifère morte avec fibrilles. Le second, très vigoureux, mesurait $8^{cm},5$ au chapeau et était développé également sur une grosse

---

([1]) J'ai pu avoir le mycélium de cette espèce (*Pleurotus Eryngii*) grâce à l'envoi d'échantillons récoltés par M. Faideau sur les glacis de La Rochelle (7 décembre 1923).

([2]) Voir COSTANTIN, *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture*, 9, n° 37, 19 décembre 1923, p. 914.

([3]) Voir la liste très complète des points où l'on a signalé le *Pleurotus Eryngii* sur le territoire français (COSTANTIN, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 921).

([4]) A droite du pont et avant lui, en venant de la Seine et seulement du côté gauche.

souche fibrilleuse ne laissant aucun doute sur son identité. Un mycélium blanc apparaissait nettement sur le sol, autour de ce deuxième échantillon.

Comme c'est à l'endroit précis et très délimité où le semis a été fait par moi que j'ai récolté ces deux échantillons, il me paraît prouvé que c'est une autre station nouvelle créée expérimentalement.

La forêt de Fontainebleau est une des régions des environs de Paris les mieux explorées au point de vue mycologique et l'on n'a jamais jusqu'ici vu le *Pleurotus Eryngii* en aucun point.

Les conditions d'apparition de la fructification sur la plante morte sont en accord avec ce que disent la plupart des auteurs (Paulet, de Seynes, Dumée, etc.). G. Bernard, mycologue bien connu, a observé un autre Pleurote poussant sur la Férule qui s'était développé sur les *feuilles* mortes de cette plante.

Cette dernière remarque m'a induit à faire un autre essai. J'ai fabriqué une meule avec des feuilles et des tiges mortes et décomposées d'*Eryngium campestre*. Ces débris abandonnés à l'humidité ont été mélangés à de la terre. A la fin d'avril 1924 une meule a été ainsi constituée. Elle a été ensemencée le 5 juin 1924. Cet essai n'a rien donné jusqu'ici. M. Faideau a fait une expérience semblable à La Rochelle, également sans résultat.

Si les deux premiers essais paraissent plaider en faveur du saprophytisme, le troisième n'est pas favorable à cette manière de voir. En milieu artificiel, on peut élever saprophytiquement les Pleurotes; je l'ai prouvé en 1923, mais on n'obtient pas ainsi des fructifications adultes. J'y suis parvenu, d'après ce qui précède, en semant au voisinage d'une plante vivante. Je crois donc qu'il serait téméraire, dans l'état actuel de la question, d'affirmer que c'est là une condition superflue.

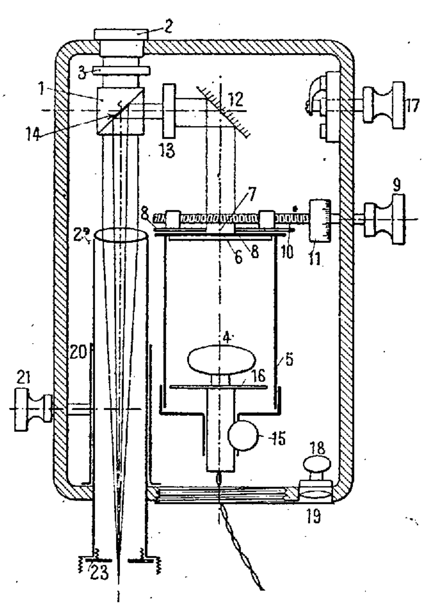
OPTIQUE. — *Mesure des rendements photométriques des appareils optiques.* Note (1) de M. André Blondel.

Principe. — Le photomètre portatif universel à pupille artificielle que j'ai récemment établi (2), et dont la figure représente schématiquement les dispositions principales, permet de mesurer plus facilement le rendement

(1) Séance du 21 septembre 1925.

(2) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 310. — *Erratum* à cette Communication page 310, ligne 5, *au lieu de* détaillée, *lire* éclairée.

photométrique des appareils optiques (objectif, lunette, microscope, projecteur), en comparant par deux lectures successives la brillance d'un écran diffusant uniformément lumineux puis de la surface d'entrée de l'appareil étudié quand on éclaire sa pupille de sortie par le même écran. La seconde



Coupe horizontale schématique du Photomètre employé pour la mesure du rendement photométrique par comparaison des brillances. 1, Double prime à bande argentée 14; 2, écran à ôter ou à remplacer par un collimateur; 20, Lunette à crémaillère; 21, Objectif; 23, Œilleton; 12, Miroir; 6 et 13, Ecrans opalins; 8, Œil-de-chat, à bouton 9; 4. Lampe auxiliaire contenue dans une enceinte cylindrique blanche 5 et 16; 15, Bouton de réglage de 16.

mesure se fait en visant cette surface d'entrée par le tube du photomètre, muni ou non de son objectif, et éventuellement d'un collimateur dont on place le foyer sur la surface éclairante.

Conditions d'exactitude. — Suivant celui de ces trois montages qui sera employé dans le photomètre, le diamètre minimum D de la surface photométrée, et dont par conséquent la brillance doit être uniforme, et la divergence α nécessaire pour les rayons recueillis seront variables.

Soient d le diamètre de la pupille artificielle de l'œilleton, D celui de la surface minima dont il s'agit, f la longueur focale de l'objectif du photomètre, G, son grossissement, f' la longueur focale du collimateur, G' son grossissement, x la distance du milieu de la bande argentée centrale (qui a 2 ou 3^{mm} de largeur) du double prisme à la surface photométrée, L la

distance de la vision distincte de l'observateur, Δ le diamètre du champ lumineux nécessaire mesuré dans le plan moyen de la bande argentée, δ et δ' les diamètres utiles de l'objectif et du collimateur, $\lambda\,\lambda'$ leurs distances à la bande argentée.

Le diamètre D et l'angle de divergence α (¹) sont fonctions de d et Δ.

Premier montage. — On vise directement la surface brillante, sans objectif, en donnant au tube une longueur telle que la bande soit à la distance L de l'œil. La divergence élémentaire minima des rayons émis par la surface lumineuse pour que la pupille artificielle d soit couverte par eux, quand tout le champ Δ est éclairé, sera

$$(1) \qquad \operatorname{tang}\frac{\alpha}{2} > \frac{\Delta + d}{2\,\mathrm{L}}$$

et le diamètre minimum de la surface visée, nécessaire pour réaliser les mêmes conditions, sera

$$(2) \qquad \mathrm{D} > \Delta\frac{x + \mathrm{L}}{\mathrm{L}} + \frac{x}{\mathrm{L}}\,d.$$

Deuxième montage. — On ajoute au tube de visée (après l'avoir raccourci) l'objectif, de grossissement G, au foyer duquel l'œil est placé; on devra avoir des rayons incidents parallèles. D'où :

$$(3) \qquad \frac{\alpha}{2} > \operatorname{arc\,tang}\frac{d}{2f} + \operatorname{arc\,tang}\frac{\delta'}{2x}; \qquad (4) \qquad \mathrm{D} > \Delta + \frac{x}{f}\mathrm{G}d.$$

Troisième montage. — On interpose, en outre, entre la surface brillante et le double prisme une lentille collimatrice de longueur focale f'. Le diamètre δ' de cette lentille doit être égal ou supérieur à Δ; l'angle de divergence α et le diamètre D nécessaires sont donnés par

$$(5) \qquad \frac{\alpha}{2} > \operatorname{arc\,tang}\frac{\delta}{f} + \operatorname{arc\,tang}\frac{\delta'}{f'}; \qquad (6) \qquad \mathrm{D} > \frac{f'}{f}\,d$$

puisque le grossissement est alors $\frac{f}{f'}$.

(¹) J'appelle *divergence* l'angle au sommet des cônes élémentaires (supposés circulaires) de rayons lumineux émanant d'un point de la surface d'une lentille ou d'un réflecteur; $\frac{d}{f}$ est le diamètre angulaire de la pupille artificielle par rapport au centre de l'objectif.

En outre, on a les conditions suivantes relatives aux objectifs et au champ :

$$\delta' - \lambda' \frac{d}{f} \geqq \Delta \leqq \delta - \lambda \frac{d}{f}.$$

Les expressions de D qui précèdent permettent de connaître l'aire de brillance uniforme qu'on isolera par la visée sur la surface optique lumineuse et de choisir le montage le mieux approprié à chaque appareil étudié. D'autre part, les expressions de α donnent la valeur maxima à choisir pour le diamètre de la pupille artificielle d'après la valeur de la divergence réelle des rayons à la sortie de l'appareil. Enfin les dernières inégalités guident dans le choix des objectifs et montrent qu'il faut réduire le plus possible x, λ et λ', et aussi f autant que le permet la clarté.

En changeant d'œilleton [1] ou en ajoutant devant lui un diaphragme, on peut donner à d des valeurs allant de $0^{mm},5$ à 8^{mm}, ce qui répond à tous les besoins.

I. *Rendement d'un objectif photographique.* — Il convient d'employer le premier ou mieux le second montage. Sur un banc d'optique, on dispose en alignement : une lampe, un écran diffusant (uniforme) en verre opalin ou en papier tendu, à $0^{m},50$ au moins de la lampe, l'objectif tourné de façon que son foyer postérieur soit sur la surface diffusante, puis le photomètre avec l'axe de visée sur l'axe optique de l'objectif [2]. On mesure successivement la brillance de la lentille de l'objectif tournée vers le photomètre, puis celle de l'écran en enlevant l'objectif et en rapprochant le photomètre de la surface diffusante.

Pour avoir une idée de l'absorption moyenne de l'objectif, on fait plusieurs mesures semblables, en donnant à l'objectif diverses orientations autour d'un axe vertical passant par son centre optique. On peut ainsi connaître l'absorption sous les incidences obliques. En déplaçant le photomètre, on peut comparer les régions centrales et marginales.

---

[1] L'œilleton normal livré avec l'appareil à un trou de 4^{mm} convenant à la méthode de Rayleigh modifiée (cf. page 310, *ante*).

[2] Pour la commodité du réglage sur le banc photométrique, on fixera le photomètre à une extrémité du banc et l'on montera la source de lumière et son écran diffusant sur un même chariot, qui porte ainsi l'étalon de brillance rendu mobile.

Si l'on veut maintenir cet étalon fixe, il faut monter le photomètre sur un chariot avec son axe de visée perpendiculaire à celui du banc, et placer sur ce photomètre un tube coudé portant un miroir à 45°, et le collimateur placé suivant l'axe du banc. Ce tube coudé fait partie des accessoires du photomètre.

Pour éviter des réflexions de lumière dans l'objectif, il est bon de placer contre la surface diffusante mise au foyer un écran noir percé d'un trou de diamètre D, juste suffisant à la condition (4). En appelant F la longueur focale de l'objectif, on a ainsi la condition $D > F\left(G\frac{d}{f} + \Delta\right)$.

II. *Rendement d'un projecteur.* — On mesurera successivement la brillance de la surface optique, comme en I, puis celle de la source directement.

III. *Rendement d'une lunette.* — On emploiera le deuxième ou le troisième montage de préférence. La méthode est la même que pour un objectif (cas I), mais avec une différence sur la manière de disposer l'appareil étudié sur le banc photométrique. On tourne l'objectif de cet appareil face au photomètre et l'oculaire face à la surface diffusante, de façon que l'objectif se transforme en une surface lumineuse apparente vis-à-vis du photomètre. On peut placer l'oculaire au contact de la surface diffusante quand la lunette n'a pas d'*anneau oculaire* (lunette de Galilée).

Au contraire, quand il s'agit d'un appareil ayant un anneau oculaire (image de l'objectif par rapport à l'oculaire), il est bon de placer cet anneau dans le plan de l'écran diffusant et de réduire par un diaphragme interposé l'aire utilisée de cette surface à un diamètre D peu supérieur à celui de l'anneau oculaire, afin de réduire au minimum les réflexions internes provenant des rayons obliques.

La divergence α à introduire dans les formules (3) ou (5) dépend du quotient du diamètre de l'oculaire (ou de son diaphragme intérieur) à la distance de cet oculaire à l'objectif. On en déduit la valeur maxima à donner à d (pupille artificielle).

IV. *Rendement d'un microscope.* — Ce cas peut se ramener au précédent si l'on a soin d'employer un collimateur de longueur focale à peu près égale à celle de l'objectif du microscope. Mais il est beaucoup plus simple et plus pratique de mesurer séparément les rendements lumineux de l'objectif et de l'oculaire en leur appliquant successivement la méthode décrite en I pour les objectifs. Le rendement lumineux de l'ensemble est le produit des deux rendements individuels.

En résumé, le photomètre à pupille artificielle permet de mesurer facilement, et avec toutes les précautions désirables, les rendements lumineux de tous les appareils optiques, en retournant ces derniers.

ENTOMOLOGIE. — *Nymphose et métamorphose d'un* Prosopistoma foliaceum, *Fourc.* (Pr. punctifrons, *Latr.*). Note [1] de M. **A. Vayssière.**

La capture des larves de cette espèce d'Ephéméridé est encore assez rare, bien que leur présence ait été constatée dans différents fleuves d'Europe (Seine, Garonne, Rhône, Rhin, Moldau,...), c'est ce qui explique pourquoi la biologie de cet Insecte ne nous est pas encore complètement connue.

En juin 1880 en constatant la transformation en subimagos femelles, de deux individus, pris dans le Rhône, je mettais à néant l'opinion émise par Mac-Lachlan que ce type d'Ephéméridé devait se reproduire à l'état larvaire.

De 1881 à 1924 il ne m'a pas été possible d'obtenir d'autres métamorphoses de Prosopistoma, la subimago femelle était donc seule connue; plus heureux cette année, d'une grosse larve prise dans le Rhône le 21 juin, j'ai eu une nouvelle métamorphose en subimago, seulement cet individu était encore une femelle. Toutefois il m'a été possible de suivre sur lui la nymphose depuis l'apparition des premières traces de la formation des ailes jusqu'à la mue.

C'est le 29 juin que j'ai constaté que la translucidité de la partie postérieure du bouclier dorsal diminuait, la région postéro-médiane de ce dernier blanchissait. Cette modification allait en s'accentuant les deux jours suivants et c'est le second jour qu'apparaissaient les premières striations obliques de dehors en dedans, prélude des plissements alaires.

Le 2 juillet les bords antérieurs et postérieurs de cette partie blanc opaque du bouclier, noircissaient (gris noirâtre); ces taches foncées limitaient en avant et en arrière les fourreaux des ailes antérieures.

A partir de ce moment on pouvait constater de jour en jour l'extension de ces taches au nombre de quatre, deux en avant arrondies, et deux en arrière en forme de croissant; entre les deux taches antérieures et un peu en avant, apparaît ensuite une grande tache noirâtre en losange qui se prolonge jusqu'à la tête. Les striations du début de la nymphose s'accentuent et forment des sinuosités permettant de suivre la naissance des ailes dont les extrémités postérieures sont doublement repliées en dedans.

Le 5 juillet non seulement la région des ailes antérieures est bien limitée

(1) Séance du 21 septembre 1925.

et se détache des parois des téguments translucides de la nymphe, mais il en est également ainsi pour tout l'ensemble du corps, de la tête à l'extrémité des cerques.

Le 6 la séparation est beaucoup plus nette, les diverses parties de l'animal adulte sont bien distinctes par transparence sur les deux faces de la nymphe; la métamorphose est donc sur le point de s'effectuer, aussi je pensais voir le 7 au matin ma subimago ailée cramponnée à l'étamine qui entourait le petit aquarium. Malheureusement le corps de mon individu était envahi par des saprolégniées malgré le renouvellement fréquent du liquide, ces champignons parasites avaient tué l'insecte au moment de sa métamorphose.

J'ai pu très facilement dégager la subimago de son enveloppe nymphale et constater alors que ce spécimen adulte femelle était identique à ceux que j'avais obtenus en juin 1880. A l'intérieur de son corps se trouvaient plus de 200 œufs ellipsoïdaux, guère plus longs que larges, de $\frac{1}{5}$ de millimètre de longueur, à surface parsemée de rugosités coniques.

Il reste donc toujours à obtenir la subimago mâle et la transformation en imago d'individus appartenant aux deux sexes.

BIOLOGIE. — *Techniques nouvelles pour l'étude de la gastrulation et des localisations germinales chez les Batraciens.* Note ([1]) de M. E. **Bataillon**.

On sait que, chez *Rana fusca*, l'hémisphère pigmenté de la gastrula, à l'apparition de l'encoche blastoporique, ne répond pas, comme on l'avait cru, à la face dorsale de l'ébauche, mais, pour une part au moins, à sa face ventrale. La valeur du *Croissant gris* comme localisation germinale marquant la tête a été définitivement établie par Brachet ([2]) : c'est au-dessous du croissant que le tronc s'édifie dans l'hémisphère latéro-inférieur.

Mais quelle est l'origine du matériel axial primitif? Le tronc de l'embryon dépassera-t-il en arrière le pôle inférieur et les blastomères postérieurs du stade 4 prendront-ils part à sa constitution ? Comment et où le blastopore se ferme-t-il? La grosse difficulté technique est d'immobiliser sûrement les œufs en position forcée.

Les œufs, dégagés de leur mucine par le cyanure après fécondation, sont enrobés dans la gélatine à 8 pour 100. Inclus dans la masse refroidie sur le

---

([1]) Séance du 5 octobre 1925.

([2]) Brachet, *Recherches expérimentales sur l'œuf de* Rana fusca (*Arch. de Biol.*, 21, 1904, p. 114-128).

fond d'un verre de montre debout ou renversé, ils se prêtent à l'observation par les deux pôles. Jusqu'à la formation de l'axe nerveux, ils sont accessibles à tous les essais de piqûre, de cautérisation, etc.

Au stade 8, les deux rosettes, profondément incisées, resteront moulées par la gélatine, et l'on suivra, sur chaque octant, le découpage secondaire en une mosaïque de plus en plus fine. *Ainsi sera conservée, jusqu'à la formation des bourrelets, la trace évidente des trois clivages initiaux.* Sur l'aire inférieure, la lèvre arquée primitive du blastopore progresse en arrière, limitant bientôt un cercle qui réduit son rayon, à mesure que le centre se déplace pour aboutir au blastopore définitif. C'est le schéma de Morgan. Le bourrelet cérébral transverse se soulève en avant de l'encoche initiale comme l'a vu Brachet; et les bourrelets médullaires s'étendent de part et d'autre de la ligne suivant laquelle les lèvres blastoporiques latérales ont conflué, donnant l'impression d'une concrescence qui réduit et recouvre le bouchon d'Ecker.

Mais le blastopore se fixe assez loin sur l'hémisphère caudal; et, dans le clivage classique qui isole, au stade 4, deux segments antérieurs plus petits, la moitié au moins de l'axe nerveux est en arrière des échancrures correspondant au deuxième plan de division. Roux a donc raison d'affirmer la *participation habituelle des gros blastomères postérieurs à la formation de la moelle.*

L'expérience va prouver maintenant que la fermeture du blastopore est liée à une prolifération active de l'ectoderme pigmenté.

Un cercle de fines piqûres, pratiquées au-dessous du croissant, provoque une nécrose locale des cellules vitellines et arrête l'extension de la lèvre supérieure. Bientôt, les gros éléments de la zone du bouchon sont encerclés d'un repli de plus en plus saillant. Ce repli atteste l'extension en surface des cellules ectodermiques, comme la calotte supérieure des gastrulas de Bufo, comme les bourrelets médullaires eux-mêmes qui accusent la même poussée des lames latérales ([1]).

Les rapports de l'axe avec le croissant et l'hémisphère vitellin peuvent être établis par une autre technique plus brutale et plus aléatoire. L'antiformine diluée dissout la mucine comme le cyanure; mais il est difficile

---

([1]) Cette technique d'enrobage est susceptible d'applications multiples. Des œufs d'Oursin ont évolué dans ces conditions pendant 48 heures. Les larves, libérées ensuite de l'eau de mer gélatinisée, se sont dilatées en quelques minutes et se sont mises à nager activement.

d'éviter une attaque de la membrane elle-même. Des œufs de *Pelodyte*, ainsi dépouillés brusquement de toute enveloppe, sont jetés à la division en quatre dans un grand cristallisoir plein d'eau. Ils s'aplatissent sur le fond, donnant des rosaces quadrilobées qui adhèrent au verre. Certains sont tombés sur le pôle pigmenté : *ils présentent donc leur hémisphère vitellin déprimé*. Au stade 8, les éléments constituent un seul plan : malgré le clivage troublé, nous obtiendrons des embryons normaux rappelant ceux qu'on a tirés des œufs d'Échinodermes et d'Annélides après compression. Sur ces ébauches déformées et inversées, nous suivons à la face claire devenue supérieure la même marche de la gastrulation. Les bords se régularisent, et, quand les bourrelets se dessinent, l'embryon ramassé, redevenu sphérique et turgide, roule sur le verre auquel il adhérait d'abord par une large surface.

Mais, sur les mêmes œufs de *Pelodyte*, l'action trop prolongée du cyanure suffit à altérer la membrane. A la division il se produira des extraovats aboutissant à des blastulas étranglées dont les deux segments pourront être isolés d'un trait de scalpel. Il arrive, dans un cas particulièrement net, que le segment resté sous la membrane retient plutôt la zone de l'hémisphère clair. Il gastrule normalement et donne un embryon nain, bien modelé en apparence (en fait, il est anormal, puisqu'au cinquième jour on le trouve pulvérisé). Quant au segment libre, uniformément pigmenté, malgré sa taille au moins égale, il ne gastrule pas. Il en sort un *anide mobile* (sans évagination) tournant sur lui-même comme ceux que j'ai décrits en 1901 (¹), et qui vit encore quand l'embryon nain a périclité.

Ainsi se trouve affirmée de manière impressionnante la destinée si différente des deux hémisphères de l'œuf dans l'embryogénèse.

C'est le cas de reprendre la formule de Morgan : L'embryon anormal se développe dans le matériel de l'hémisphère supérieur, tandis que l'embryon normal se développe sur l'hémisphère inférieur.

Les anides mobiles, issus d'une gastrulation troublée ou d'un fragment qui ne gastrule pas appellent une double remarque :

1° Brachet (²) a émis l'hypothèse que mes monstres tirés d'œufs immatures supposaient une forte polyspermie. L'idée me paraissait soutenable

---

(¹) E. Bataillon, *Études expérimentales sur l'évolution des Amphibiens. Les degrés de maturation de l'œuf et la Morphogénèse* (*Arch. f. Entw. Mech.*, **12**, 1901, p. 632-640).

(²) Brachet, *L'œuf et les facteurs de l'Ontogenèse*, p. 147. Paris, Doin, 1917.

pour les développements rudimentaires à mitoses pluripolaires, sans clivage; mais non pour les anides mobiles à segmentation totale. L'expérience prouve que des ébauches identiques peuvent sortir d'un fragment d'œuf monospermique.

2° Ces mêmes anides sont intéressants à considérer au point de vue de la spécification stricte de certaines cellules. Les battements ciliaires font tourner ces monstres, vus par en haut, dans le sens des aiguilles d'une montre; alors que les embryons normaux tournent en sens inverse. Si l'on tient compte du glissement de la couche ectodermique vers l'axe nerveux, et du mouvement de bascule qui ramène peu à peu la tête de l'embryon vers le pôle supérieur, on comprend l'inversion des rapports initiaux. *L'activité des cils sur ces trochoblastes serait coordonnée chez le monstre comme sur la forme type.* C'est le fait relevé par Wilson sur les trochoblastes de Patelle disloqués à l'eau de mer décalcifiée.

M. **Costantin** présente l'Ouvrage suivant : *British Flora* by **Gaston Bonnier**, traduit et adapté du français par Ethel Mellor, docteur ès sciences, 1925.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie cet Ouvrage de Gaston Bonnier qui est une traduction anglaise et adaptation de la *Flore du nord de la France et de la Belgique.* Parmi les adaptations et modifications faites par Miss Mellor, je signalerai la révision des Frankéniacées, Tamaricées, Polemoniacées, Eriocaulacées et Salviniacées. L'accroissement du nombre des espèces qui est d'environ soixante-dix, est dû à l'étude du littoral des îles britanniques et à l'extension en latitude et altitude des régions examinées.

L'Ouvrage se termine par une étude de Miss Mellor intitulée *Distribution of plants in the british isles.*

Il est intéressant, au point de vue de la propagation des idées françaises, de voir adopter à l'étranger, les méthodes claires et remarquables de Gaston Bonnier, qui ont eu un grand succès si mérité en français.

M. **L. Joubin** fait hommage à l'Académie de la seconde Partie : *Poissons cartilagineux, Mollusques, Crustacés,* etc., du *Catalogue illustré des animaux marins comestibles des côtes de France et des mers limitrophes avec leurs noms communs français et étrangers* qu'il publie en collaboration avec M. **Ed. Le Danois.**

M. A. **Rateau** présente, en hommage à l'Académie, le premier volume de l'Ouvrage sur les *Turbines hydrauliques* qu'il a entrepris, avec l'active collaboration de MM. **D. Eydoux** et **M. Gariel** (1), en vue de donner un aperçu très complet de l'état actuel de la théorie et de la technique de ces machines, dont le rôle dans le développement de l'industrie s'accentue de jour en jour.

Ce volume, de 692 pages et 177 figures, est consacré au rappel des notions générales de l'hydrodynamique et aux théories d'ensemble applicables aux turbo-machines. Il s'étend sur les coups de bélier dans les conduites, qui ont fait depuis vingt-cinq années l'objet de théories remarquables, bien vérifiées par l'expérience.

Les auteurs espèrent n'avoir oublié aucun des résultats essentiels actuellement acquis dans ce domaine.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Structure des molécules*. Cinq conférences faites par M. Victor Henri. (Présenté par M. J. Perrin.)

2° *De l'utilisation dans l'industrie des peaux de certains reptiles de nos colonies*, par M. A. Gruvel. (Présenté par M. L. Mangin.)

3° *Birds of Ceylon*, by W. E. Wait.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'extension du théorème de M. Picard aux fonctions multiformes*. Note (2) de M. **Georges J. Rémoundos**.

1. Dans mon Mémoire : *Sur les fonctions ayant un nombre fini de branches* (3), j'ai généralisé l'identité classique de M. Borel en démontrant l'impossi-

---

(1) Cet Ouvrage fait partie de l'*Encyclopédie de Mécanique appliquée*, dirigée par M. L. Lecornu.

(2) Séance du 21 septembre 1925.

(3) *Journal de Mathématiques*, 6e série, 2, 1906, p. 87-107.

bilité d'une identité de la forme

$$(1)\qquad P_1(z)e^{\varphi_1(z)}+P_2(z)e^{\varphi_2(z)}+\ldots+P_\nu(z)e^{\varphi_\nu(z)}=0$$

où les P_i sont des polynomes et les φ_i des algébroïdes entières (finies à distance finie). J'ai, dans le même Mémoire, utilisé le cas $\nu=2$ de cette généralisation pour étudier les valeurs doublement exceptionnelles et établir que ce nouveau cas d'exception est *unique*, ne dépendant nullement du nombre des branches de l'algébroïde considérée. Dans une Note récente [1] M. Varopoulos a cherché à utiliser le cas le plus général du théorème ci-dessus indiqué concernant l'identité (1) et a obtenu de nouveaux théorèmes intéressants; il est clair que, dans l'identité (1), les coefficients $P_i(z)$ peuvent être aussi transcendants, avec la restriction bien connue concernant l'ordre de grandeur.

Or, j'ai poussé plus loin la généralisation du théorème de M. Borel, ce qui m'a conduit aux résultats suivants :

Théorème I. — *La généralisation ci-dessus indiquée s'étend même au cas plus général où les coefficients* P_i *de l'identité* (1) *sont des algébroïdes multiformes quelconques soumises seulement à la restriction bien connue concernant leur ordre de grandeur.*

Si, par exemple, les exposants Q_i sont des fonctions algébriques d'ordre de croissance r^ρ, les $P_i(z)$ peuvent être des algébroïdes multiformes d'ordre inférieur à ρ. L'application du théorème I nous permet d'étendre à une classe très étendue de fonctions ayant une infinité de branches, le théorème de M. Picard et ses diverses généralisations. Cette nouvelle extension, qui concerne nécessairement les valeurs *doublement* exceptionnelles, s'exprime par le théorème suivant, dans lequel, pour fixer les idées, nous nous bornons aux ordres finis.

Théorème II. — *Envisageons une fonction* $u=f(z)$ *définie par une équation de la forme*

$$F(z,u)=u^\nu+A_1(z)u^{\nu-1}+A_2(z)u^{\nu-2}+\ldots+A_\nu(z)+(z-a)\varphi(z,u)=0,$$

où les $A_i(z)$ *sont des algébroïdes ayant un nombre quelconque de branches (supposées, pour fixer les idées, finies à distance finie) dont l'ordre maximum est égal à* ρ *et où* $\varphi(z,u)$ *désigne une fonction transcendante entière en* u *et algébroïde en* z, *d'ordre inférieur à* ρ *et d'un nombre de branches borné pour l'ensemble des valeurs de* u.

---

[1] *Bull. de la Soc. math. de Grèce*, 6, fasc. A′ et B′, 1925, p. 22 et 23.

Alors il faut considérer comme exceptionnelle toute valeur de u telle que nous ayons

$$F(z, u) = g(z)\, e^{H(z)},$$

où $g(z)$ *est une algébroïde d'ordre inférieur* ρ *et l'exposant* $H(z)$ *une algébroïde quelconque, puisque le nombre de ces valeurs est au plus égal à* 2ν, *l'infini compris* (¹).

Ces valeurs ont évidemment un caractère doublement exceptionnel, puisqu'elles se caractérisent par deux propriétés nécessaires. La première est la restriction classique qui suffit à l'exception ordinaire et qui concerne l'ordre de $g(z)$, c'est-à-dire la densité des zéros. La seconde propriété est un nouvel élément et concerne l'exposant $H(z)$ qui doit être algébroïde; cet élément ne se présente pas aux cas exceptionnels ordinaires.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la correction des effets dus aux dilatations ou contractions permanentes dans les voûtes en béton.* Note (²) de M. E. **Baticle**, présentée par M. Mesnager.

Imaginons qu'en un point quelconque x_0, y_0 de la fibre neutre d'une voûte, nous produisions artificiellement une variation angulaire Ω_0 de deux normales infiniment voisines. Nous produisons un moment de flexion $M_0 = -H_0 y - X_0 x - Z_0$ qu'on pourra calculer très aisément au moyen des formules de Bresse, en exprimant les conditions à l'encastrement. On trouve $\left(\text{les axes passant par le point pour lequel } \int \frac{x\,ds}{I} = 0 \text{ et } \int \frac{y\,ds}{I} = 0\right)$ les expressions :

$$H_0 \int y^2 \frac{ds}{EI} = \Omega_0 y_0, \qquad X_0 \int x^2 \frac{ds}{EI} = \Omega_0 x_0, \qquad Z_0 \int \frac{ds}{EI} = \Omega_0.$$

Supposons maintenant qu'il s'agisse de corriger un moment de flexion connu, tel que $M = -Hy - Xx - Z$ (ne provenant pas de forces extérieures). On peut imaginer à cet effet une combinaison de rotations. On aura pour annuler les trois termes, quels que soient x et y, trois équations

(¹) Dans le cas particulier où la fonction $u = f(z)$ est algébroïde (à un nombre fini de branches), il n'y a qu'une valeur doublement exceptionnelle à distance finie; le cas doublement exceptionnel sera alors unique.

(²) Séance du 5 octobre 1925.

de la forme

$$A = \Omega_0 y_0 + \Omega_1 y_1 + \Omega_2 y_2 + \ldots,$$
$$B = \Omega_0 x_0 + \Omega_1 x_1 + \Omega_2 x_2 + \ldots,$$
$$C = \Omega_0 \quad + \Omega_1 \quad + \Omega_2 \quad + \ldots.$$

On se rend compte à l'examen de ces équations que, si on veut les satisfaire par un seul système de rotations Ω, il faut et il suffit de trois rotations, en trois points arbitraires.

D'ailleurs nous examinerons trois cas :

I. Supposons d'abord une contraction uniforme; on a, si λ est la contraction totale :

$$A = -\lambda, \qquad B = 0, \qquad C = 0.$$

Si l'on prend $x_1 = 0$ et $x_0 = -x_2$, on aura $y_0 = y_2$; le système d'équations devient alors

$$\Omega_0 = \Omega_2, \qquad 2\Omega_0 + \Omega_1 = 0, \qquad 2\Omega_0 y_0 + \Omega_1 y_1 = \lambda.$$

D'où

$$\Omega_1 (y_1 - y_0) = -\lambda.$$

Si les points x_1, x_2 sont aux naissances, on a

$$y_1 - y_0 = f \text{ (flèche de l'arc)} \quad \text{et} \quad \Omega_1 = -\frac{\lambda}{f}, \qquad \Omega_0 = \Omega_2 = \frac{\lambda}{2f}.$$

II. On peut envisager le cas d'une contraction non uniforme dans une section (c'est le cas par exemple d'une voûte construite par rouleaux où les anneaux inférieurs sont comprimés par les anneaux supérieurs). Tout se passe comme si l'on introduisait un moment égal en chaque point à $EI\theta$, θ étant la rotation par unité de longueur équivalente à la différence de contraction $\left(\theta = \frac{K_1 - K_2}{h}, h\right.$ étant l'épaisseur, K_1 et K_2 les coefficients de contraction des fibres extrêmes$\Big)$; on aura alors $C = -\theta l$, l étant le développement de l'arc, les rotations compensatrices Ω_0, Ω_1, Ω_2 se calculent aussi aisément que ci-dessus. On trouve :

$$\Omega_1 = -\frac{\lambda}{f} - \frac{2}{3}\theta l \qquad \text{et} \qquad \Omega_0 = \Omega_2 = \frac{\lambda}{2f} - \frac{1}{6}\theta l.$$

III. A, B, C peuvent être quelconques : on veut obliger la courbe des pressions à passer par trois points donnés. Par exemple on a placé dans les trois sections correspondantes, au voisinage de l'intrados et de l'extrados, des appareils tels que les appareils Manet-Rabut permettant de mesurer la

contrainte des fibres. Si ces contraintes sont égales, la courbe des pressions passe, sur ces sections, au centre de gravité. La théorie précédente montre que trois rotations convenablement calculées permettent de réaliser cette condition.

Quant à la réalisation pratique du procédé, on peut évidemment l'envisager de différentes manières. Par exemple, on pourra placer des vérins vers l'intrados et vers l'extrados, les abouts des parties de voûtes correspondantes étant limités par de fortes plaques en métal ou en béton armé.

On remarquera que ce système de compensation présente sur le système imaginé par M. Freyssinet (introduction d'efforts normaux en des points déterminés) l'avantage de mettre en jeu des forces moins considérables et aussi de permettre la correction de toutes les combinaisons possibles de moments linéaires, sans changer les emplacements des appareils. Il présente également ce dernier avantage sur les articulations provisoires. Au point de vue de la compensation du retrait, il présente sur le système que nous avons exposé [1], l'inconvénient d'exiger la prédétermination du retrait, mais il se prête beaucoup mieux à la compensation des contractions autres que le retrait : les deux systèmes peuvent d'ailleurs être employés simultanément.

PHYSIQUE. — *Cémentation des métaux par les sels volatils.* Note [2] de M. **Thadée Peczalski**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

J'ai obtenu la cémentation des métaux par chauffage au milieu de sels métalliques; la cémentation est plus rapide quand les sels sont volatils à la température de l'expérience.

Mes observations ont porté sur les deux chlorures $CrCl^3$ et $NiCl^2$ chauffés au contact du cuivre et du fer. La méthode expérimentale est celle que j'ai décrite dans mes recherches antérieures [3]. Le tube de fer, renfermant une tige de cuivre entourée du sel étudié, était chauffé dans un four électrique à la température de 800°, pendant 15 heures. Les sels étudiés commencent à se volatiliser vers 600°.

Avec $NiCl^2$, la couche extérieure de la baguette de cuivre s'est séparée

(1) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1006.
(2) Séance du 5 octobre 1925.
(3) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1813 et 1952; 179, 1925, p. 887.

(*fig.* 1, *b*). Elle est plus riche en nickel que la partie centrale (*a*). Le fer du tube se cémente également. Du fer poreux (*c*) envahit l'espace compris



Fig. 1. — Photographie de la baguette de cuivre cémenté dans Ni Cl^2 coupée perpendiculairement à l'axe. Grossissement : 25.

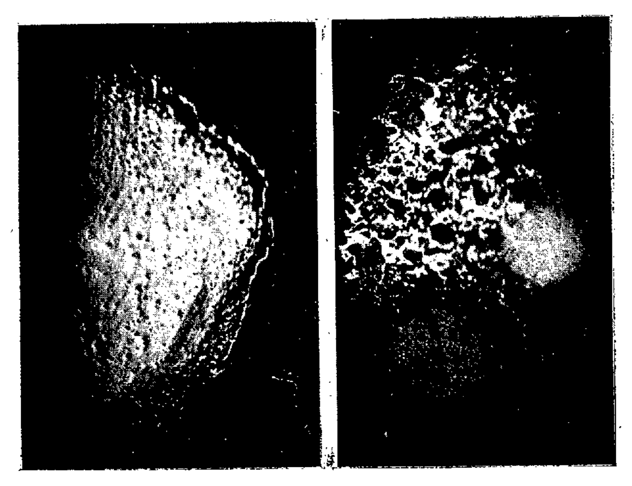


Fig. 2. — Photographie de la baguette de cuivre cémenté dans Ni Cl^2 avec échappement de vapeur. Baguette coupée perpendiculairement à l'axe. Grossissement : 25.

Fig. 3. — Photographie de la feuille de cuivre formé sur la paroi intérieure du tube de fer pendant la cémentation. Grossissement : 25.

entre le tube et la baguette; les pores du métal sont remplis de sels. L'analyse chimique du fer faite par M. Glixelli montre la présence du nickel et de cuivre.

Dans ces expériences, le tube de fer était rempli d'amiante et, aux deux extrémités, on avait placé du carbone pulvérulent pour empêcher la pénétration de l'oxygène de l'air.

Les mêmes expériences ont été répétées dans un tube de fer court, bouché seulement avec de l'amiante. La température a varié de 700° à 800°. Pendant le chauffage il se dégage des vapeurs accompagnées de chlore. La cémentation est déjà notable après des durées de chauffage comprises entre 3 et 8 heures (*fig.* 2). Enfin la face intérieure du tube de fer est recouverte d'une couche de cuivre spongieux (*fig.* 3).

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la fluorescence des matières colorantes végétales*. Note [1] de MM. **L. Meunier** et **A. Bonnet**, présentée par M. L. Lumière.

Nous avons déjà signalé [2] que la *Fisétine* du fustet possédait une magnifique fluorescence jaune qu'elle communiquait également à deux matières tannantes : le bois du *Québracho Colorado* et le bois du *Tizérah*.

Nous avons examiné à la lumière de Wood la plupart des matières colorantes végétales utilisées, soit en teinture, soit pour la coloration des produits alimentaires et voici le résumé des observations auxquelles nous avons été conduits :

1° Le *Morin* du Bois jaune, la *Quercétine* du Quercitron, la *Rhamnétine* de la Graine de Perse, la *Lutéoline* de la Gaude, dont les formules présentent, avec celle de la *Fisétine*, la structure schématique commune

O C C CO C

ne manifestent aucune fluorescence à la lumière de Wood, quel que soit le mode d'examen employé (végétaux fraîchement coupés ou extraits imprégnant un support convenable). La position des oxhydrides entrant dans la constitution de chacun des corps précédents et qui distingue leurs différentes formules, suffit donc pour déterminer ou faire disparaître complètement la

(1) Séance du 5 octobre 1925.

(2) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 2038.

fluorescence. D'ailleurs, si l'on acétyle les 4(OH) de la fisétine

on constate que la fluorescence disparaît; si l'on saponifie le dérivé tétracétylé, la fluorescence réapparaît à nouveau.

2° L'Epine-Vinette, le Coptis du Japon et les racines de Colombo présentent une fluorescence jaune, moins belle que celle de la Fisétine mais néanmoins extrêmement nette et qui est due à l'alcaloïde colorant qu'elles renferment, la *Berbérine* (¹) $C^{20}H^{19}O^{5}N$. Si l'on prépare un extrait aqueux de chlorhydrate de Berbérine et qu'on plonge dans cette solution du papier-filtre, du coton, de la viscose, de la nitro-cellulose, ces supports manifestent, à la lumière de Wood, une fluorescence jaune terne; la soie et la laine prennent une fluorescence jaune vif, l'acéto-cellulose une fluorescence blanche vive.

3° En sa qualité d'alcaloïde, la berbérine possède la propriété de donner des laques avec les tanins, d'une part, et avec la Fisétine, d'autre part.

Fait curieux, les laques données par deux corps isolément fluorescents sont dépourvues de toute fluorescence; c'est ainsi que les laques obtenues en traitant des solutions d'extrait de Québracho, de Tizérah ou de Fustet par une solution d'extrait d'Epine-Vinette, n'ont aucune fluorescence, alors que les solutions primitives en présentent une, très accusée, lorsqu'on les examine sur un support convenable.

4° Le chlorhydrate de Berbérine ne précipite pas par l'émétique en présence d'acétate de soude et de sel; la liqueur reste fluorescente sur support. Il précipite, par l'iodure double de mercure et de potassium; le précipité et la liqueur surnageante sont devenus inactifs.

La Fisétine, à l'inverse de ce qui précède, précipite par l'émétique en présence d'acétate de soude et de sel; la laque et la liqueur surnageante sont inactives. La Fisétine ne précipite pas par l'iodure double de mercure et de potassium et le liquide reste actif.

5° En dehors des produits précédemment étudiés, on constate que :

a. Le Curcuma, le Rocou, le Campêche, les divers Bois Rouges, le

(¹) La fluorescence de la berbérine de l'*Hydrastis* avait déjà été signalée par MM. Bayle, Fabre et George (*Bull. Soc. Chim.*, 37, 1925, p. 113).

Safran, ne présentent aucune activité si on les examine à la lumière de Wood; il en est de même de leurs solutions sur support.

b. Les racines d'Orcanette, fraîchement coupées, présentent une belle fluorescence blanche et l'Orseille une très légère fluorescence blanche en surface.

Applications. — Les observations précédentes facilitent considérablement la caractérisation des différents extraits tinctoriaux livrés dans le commerce sous des noms n'ayant aucune relation avec leur origine, ou bien sous des noms inexacts. En particulier, dans le cas le plus important, celui des jaunes, on caractérisera sans difficulté les extraits de fustet et les extraits d'épine-vinette, sans confusion possible avec les diverses variétés d'extraits commerciaux de bois jaune.

PHOTOCHIMIE. — *Photolyse des acides bibasiques éthyléniques.* Note (¹) de M. **Volmar**, transmise par M. Daniel Berthelot.

Nous avons montré précédemment (²) que l'introduction dans une molécule d'acide organique d'un deuxième carboxyle ou d'un oxydrile alcoolique augmente sa sensibilité à la lumière, la longueur d'onde active devenant d'autant plus grande que les groupements fonctionnels sont plus voisins. Continuant ces recherches, nous nous sommes proposé d'étudier la photolise des acides bibasiques éthyléniques et l'influence dans les divers isomères de la position cis ou trans des deux carboxyles sur leur stabilité à la lumière.

Nous avons exposé quatre heures aux radiations émises par une lampe Westinghouse à vapeur de mercure en quartz, marchant à régime peu poussé (110 volts, 3,5 ampères), des solutions aqueuses à $\frac{1}{150}$ d'acides fumarique, maléique, mésaconique, itaconique, citraconique, comparativement à des solutions de même concentration d'acides succinique et pyrotartrique. Les volumes gazeux recueillis ont été les suivants :

I.	Acide succinique	0,14
	» fumarique	0,19
	» maléique	1,2
II.	Acide pyrotartrique	0,10
	» mésaconique	0,12
	» itaconique	0,13
	» citraconique	0,63

(¹) Séance du 20 juillet 1925.

(²) *Comptes rendus*, **176**, 1924, p. 742; **180**, 1925, p. 1172.

Les gaz recueillis étaient constitués presque exclusivement par du gaz carbonique; dans le cas des acides fumarique et malicique, nous avons pu caractériser dans la solution la présence d'acide acrylique, par formation de chlorure d'acryle.

1° *Les biacides éthyléniques sont plus facilement décomposés que les acides saturés correspondants.*

2° *Les isomères cis sont cinq à six fois plus photolysés que les isomères trans correspondants, et représentent, au point de vue photochimique, la forme labile.*

La loi d'équivalence photochimique permet d'expliquer cette différence de stabilité des deux isomères à la lumière; en appliquant à la réaction

$$\begin{array}{l} R - C - CO^2H \\ \quad \| \\ \; CH - CO^2H \end{array} = CO^2 + R - CH = CO^2H$$

le calcul indiqué par nous dans une précédente Communication ([1]), nous avons trouvé comme potentiel photochimique nécessaire à la photolyse des divers acides étudiés :

I.	Acide fumarique (trans)	$0^{\mu},205$
	Acide maléique (cis)	0,23
II.	Acide mésaconique (trans)	0,21
	Acide itaconique	0,21
	Acide citraconique (cis)	0,23

L'isomère trans se comporte donc, au point de vue de sa photolyse comme un acide monobasique (potentiel photochimique minimum : $\lambda = 0^{\mu},21$); les deux carboxyles sont sans influence l'un sur l'autre, chacun se photolyse comme s'il était seul.

2° Dans l'isomère cis, au contraire, les deux carboxyles, plus voisins dans l'espace, s'influencent réciproquement, comme dans le cas des acides oxalique et malonique; la longueur d'onde active, nécessaire pour photolyser un des deux carboxyles, est beaucoup plus grande : $\lambda = 0^{\mu},23$.

3° Dans le cas de l'acide itaconique, où les deux carboxyles sont en dehors de la double liaison, la photolyse se produit comme pour l'acide succinique : $\lambda = 0^{\mu},21$.

Le *voisinage des deux carboxyles influe donc sur la stabilité de la molécule à la lumière dans l'espace comme dans le plan.*

([1]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 697.

Ces résultats sont d'accord avec ceux obtenus par M. Daniel Berthelot, il y a une trentaine d'années, au cours de ses recherches sur la conductibilité électrique des acides organiques dilués ([1]).

Si l'on prolonge l'exposition aux radiations ultraviolettes, la différence entre les isomères cis et trans s'atténue peu à peu par suite d'un phénomène secondaire d'isomération déjà signalé par Longworthy et Stœnner ; on voit apparaître dans les solutions d'acide fumarique des traces d'acide maléique précipitables en blanc par l'eau de baryte, et dans les solutions d'acide maléique des traces d'acide fumarique donnant à froid avec le chlorure ferrique une coloration rouge sang. Les deux solutions semblent tendre vers un état commun d'équilibre, non encore étudié, où le dégagement gazeux serait le même dans les deux cas.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur une carte de pêche d'une partie de la côte occidentale du Maroc.* Note de M. **A. Gruvel**, présentée par M. L. Mangin.

Nous avons été chargé, il y a déjà quatre ans, par la Résidence générale au Maroc, de l'établissement d'une carte de pêche aussi complète que possible, de la côte occidentale marocaine.

C'est un travail considérable, d'autant mieux que le bateau mis tous les ans à notre disposition pour exécuter ce travail, n'est guère disponible que pendant un mois, et que souvent, pendant ce temps déjà court, l'état de la mer ou de l'atmosphère ne permet pas des recherches suivies. C'est ainsi que, cette année même, une grosse houle et une brume quotidienne intense, ont beaucoup contrarié les opérations de sondage et de chalutage dans la région d'Agadir.

Les deux feuilles de la carte que nous avons l'honneur de présenter et qui s'étend du sud de Rabat jusqu'au sud de Casablanca, ont été établies sous notre direction.

Au point de vue purement hydrographique, nous avons utilisé, dans la plupart des cas, la carte publiée par la Fondation Herriot en la complétant, grâce aux nombreux sondages et chalutages exécutés sur cette partie de la côte.

([1]) *Comptes rendus*, 112, 1891, p. 287.

Nous devons signaler particulièrement à l'attention des intéressés une bande coralligène formée de buissons plus ou moins épais, de *Dendrophyllia cornigera* Lmk. qui semble se poursuivre presque sans solution de continuité jusque dans les parages d'Agadir, tout au moins, où l'espèce signalée plus haut est remplacée, en presque totalité, par une forme voisine, *Dendrophyllia ramea* L.

Il résulte de ce fait que les zones chalutables se trouvent : l'une, assez étroite, placée entre les rochers de la côte et la bande de Dendrophyllies, c'est-à-dire, entre les fonds approximatifs de 70 à 125^m, et l'autre, au large de cette même bande coralligène, c'est-à-dire, à partir des fonds de 165^m environ, en allant vers l'Ouest.

Dans la zone littorale, inaccessible aux chaluts, où l'on relève de nombreuses roches, plus ou moins disséminées, les grands Crustacés (Homards, Langoustes) sont particulièrement abondants.

Les fonds de vase molle à *Brissopsis*, accessibles aux chaluts, contiennent, surtout, des Pleuronectes, quelques Gades et de nombreuses Crevettes roses (*Parapœneus membranaceus* Risso).

Cette carte sera continuée sur la même échelle. Cette année même, une première campagne a été effectuée dans la région d'Agadir.

BOTANIQUE. — *Mouvements de sommeil et de veille comparés chez le* Desmodium canadense *franc de pied et greffé*. Note [1] de M. **C.-T. Popesco**, transmise par M. P.-A. Dangeard.

Au cours de mes recherches sur les greffes de Haricots, j'ai greffé avec succès, le 3 juin 1925, le *Desmodium canadense*, légumineuse vivace, ligneuse et non volubile sur le Haricot de Soissons, espèce annuelle, herbacée et volubile. Les épibiotes sont restés plus petits que le témoin, mais ils ont bien fleuri et fructifié, en pleine terre.

Comme mes observations sur le sommeil et le réveil des feuilles primordiales des Haricots [2] furent d'abord faites sous cloche, j'examinai mes

---

[1] Séance du 28 septembre 1925.

[2] *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 340.

greffes de *Desmodium* seulement pendant le jour, avec mes autres greffes à l'air libre dans le sol. Je ne remarquai donc chez les épibiotes aucun mouvement des feuilles qui restaient étalées tout le jour comme celles des témoins. Quand, le 21 août, je fis pendant la nuit des recherches sur les Haricots, j'examinai les greffes de ceux-ci placées en pleine terre tout à côté des *Desmodium*. Je fus très surpris de voir que, à minuit, les feuilles de ces derniers étaient dressées. Donc cette espèce avait des feuilles sommeillantes, bien que ce phénomène n'ait pas été encore signalé.

Je constatai que les mouvements des folioles chez cette plante sont assez particuliers. La feuille, composée à trois folioles, est étalée dans la position de veille; quand elle sommeille, les deux folioles paires se replient l'une contre l'autre, face à face, et se touchant presque; la foliole impaire se redresse dans un plan vertical perpendiculaire à celui des folioles paires. Le 21 août, le sommeil des feuilles de l'épibiote fut court. Complet à minuit, il cessa à 3^h du matin; le réveil s'effectua progressivement; les folioles s'écartèrent lentement et, à $6^h 30'$, elles étaient à l'état de veille.

Pour comparer ces mouvements chez les greffes et les témoins, je plaçai derrière eux, le 2 septembre dernier, des plaques de verre sur lesquelles je pus pendant la nuit calquer, à l'aide de crayons de couleur, les positions successives des folioles des uns et des autres. Le témoin se trouvait au jardin des Plantes; il était cette nuit-là éclairé par la lune et des lampes électriques, tandis que les greffes, placées dans le jardin du Laboratoire, étaient éclairées par la lune seule. La température maxima de ce jour-là fut de 23° et la température minima, de 12°. Les folioles des épibiotes commencèrent à se relever à 20^h et leur sommeil fut complet à 21^h. A 4^h du matin, elles se réveillèrent peu à peu et reprirent la position de veille à 7^h. Chez les témoins, le sommeil fut complet à 23^h; le réveil eut lieu à 3^h et se termina à 5^h.

Le 3 septembre, la température maxima fut de 18° et la température minima, de 10°. Le temps fut sombre jusqu'à 1^h du matin et les lampes électriques du jardin Botanique ne furent pas allumées. Dans ces conditions, toutes les feuilles des épibiotes, même les vieilles qui commençaient à prendre une teinte jaunâtre, commencèrent à se replier à 20^h et sommeillèrent totalement à 21^h. Le début de leur réveil eut lieu à 3^h du matin; elles s'étalèrent très lentement et l'état de veille ne fut complet qu'à 7^h.

Chez le témoin, les feuilles commencèrent à se replier à 21^h. Ce furent d'abord les plus jeunes qui entrèrent en mouvement à partir du

sommet jusqu'au 15e nœud; puis ce furent celles du 16e au 35e nœud, et enfin les autres jusqu'à la base de chaque rameau. Les feuilles jeunes étaient à l'état de sommeil quand les vieilles étaient encore à l'état de veille; les feuilles de la région moyenne étaient dans une position intermédiaire entre les états de veille et de sommeil. Les feuilles de base prirent leur position de sommeil total à 1^h du matin, mais leur sommeil était moins profond car, au lieu d'être verticales, les folioles faisaient seulement un angle de 45°. A 3^h commença le réveil; il se fit d'abord chez les feuilles jeunes du sommet puis chez les feuilles moyennes et enfin chez celles de la base, à la façon dont s'était effectué le sommeil. A 5^h, quand il faisait nuit encore, toutes les feuilles avaient pris la position de veille.

De ces expériences que je me propose d'étendre et de continuer, on peut conclure que :

1° Le *Desmodium canadense* rentre dans la catégorie des Légumineuses à feuilles sommeillantes. Si l'on n'a pas constaté ses mouvements, c'est qu'ils se font pendant la nuit et que la durée du sommeil des feuilles est relativement courte. Il y a lieu de supposer que d'autres espèces sont dans le même cas;

2° Le greffage a une influence bien nette sur ces mouvements; après une période plus ou moins longue de lutte entre l'hypobiote et l'épibiote, il se rétablit un équilibre nouveau qui n'est pas exactement celui de la plante autonome, à un moment donné.

ZOOLOGIE. — *Production de lumière par un Mollusque Nudibranche de la Nouvelle Calédonie.* Note de M. **Risbec**, présentée par M. L. Joubin.

Parmi les Mollusques gastéropodes on ne connaît jusqu'à présent de porteurs d'organes lumineux que quelques-uns de ceux qui sont adaptés à la vie planctonique, encore sont-ils rares.

Le Nudibranche que j'ai découvert dans la baie de Nouméa est le premier parmi les gastéropodes non pélagiques chez lequel la présence d'organes lumineux est constatée. Je lui donne le nom provisoire de *Triopa fulgurans*, faute d'avoir les ouvrages nécessaires à une détermination définitive.

Ce Mollusque vit sous les pierres qui découvrent aux basses marées; il vit bien en captivité. Pendant la nuit, au moindre ébranlement, l'animal émet successivement et très rapidement de trois à cinq séries de quatre à

cinq éclairs très brefs, semblables à des étincelles électriques. La lumière émise est très blanche.

Après l'émission il est impossible d'obtenir de nouveaux éclairs avant une heure au moins; la nouvelle émission est plus faible. Pour obtenir un résultat frappant il faut laisser l'animal reposer toute la nuit et prendre toutes sortes de précautions en s'approchant de l'aquarium où vit le Mollusque, car au moindre ébranlement la série des éclairs se déclanche; il y a sans doute, dans cette émission lumineuse un moyen de défense pour cet animal.

Au début de chaque nuit, l'animal, qui en jour est peu mobile sur le fond, se met à nager en repliant son corps à droite et à gauche par de brusques secousses; mais il ne se déplace pas beaucoup, il a un peu l'allure des larves de moustiques. Cette agitation est probablement en rapport avec la production de la lumière.

On observe sur le dos quatre paires de papilles en forme d'arbuscules dont les deux dernières, situées au niveau des branchies, portent les organes lumineux principaux. Ils ont la forme de deux petites massues, un peu irrégulières, de couleur violette avec un petit pointillé blanc, qui ressortent sur le reste de l'arbuscule qui est jaunâtre.

La partie postérieure des rhinophores perfoliés et rétractiles présente une petite plage violette qui est encore un organe lumineux de plus faible dimension.

Le tissu des massues violettes et de la plage postérieure des rhinophores montre un réticulum de cellules transparentes arrondies entre lesquelles se trouvent de petites masses granuleuses foncées.

Dans un autre échantillon la position de l'organe lumineux était différente. Il possédait quatre massues violettes portées par les deux dernières paires de papilles, mais les rhinophores n'étaient pas lumineux; la production de la lumière était plus énergique que dans le premier cas.

Ce nudibranche a une taille de 15^{mm} environ. Les massues lumineuses n'apparaissent à l'œil nu que comme de petits points foncés atteignant à peine un demi-millimètre.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme nerveux de la rythmicité du myocarde.* Note de [1] M. **J. Athanasiu**, transmise par M. A. Richet.

Des deux théories, qui prétendent expliquer le mécanisme de la rythmicité du myocarde : la théorie myogène et la théorie neurogène, il nous a paru que la théorie myogène est impuissante à expliquer les faits suivants :

1. *Le synchronisme fonctionnel de toutes les fibres musculaires d'un même compartiment cardiaque*, synchronisme dont nous avons démontré l'existence par l'enregistrement simultané de la contraction du myocarde et de son courant d'action à la base et à la pointe du ventricule gauche du chien [2].

2. *L'arrêt du cœur par l'excitation du nerf pneumogastrique.* On sait, en effet, que les phénomènes d'inhibition ont lieu entre les neurones d'un centre nerveux et non entre les nerfs et les muscles ou les glandes avec lesquels ils se mettent en rapport.

3. *Le réglage de l'effort que le muscle du cœur doit développer, suivant la pression qui existe dans les vaisseaux.*

4. *Les influences des centres nerveux cérébro-spinaux et sympathique sur le rythme du cœur*, étant donné que ces centres ne se trouvent nulle part en relation directe avec le myocarde.

L'entrée en fonction du muscle cardiaque et son caractère rythmique, sont donc sous la dépendance des ganglions intrinsèques du cœur. Pour arriver à concevoir par quel mécanisme ces ganglions entretiennent le rythme cardiaque, il est nécessaire d'admettre l'existence parmi leurs neurones de spécialisations fonctionnelles semblables à celles que l'on trouve dans tout centre nerveux qui a pour but de coordonner les mouvements, spécialisations qui seraient les suivantes :

1. *Neurones moteurs* (N. M., *fig.* 1) qui se mettent en relation directe avec les *fibres* musculaires cardiaques et commandent leur contraction ;

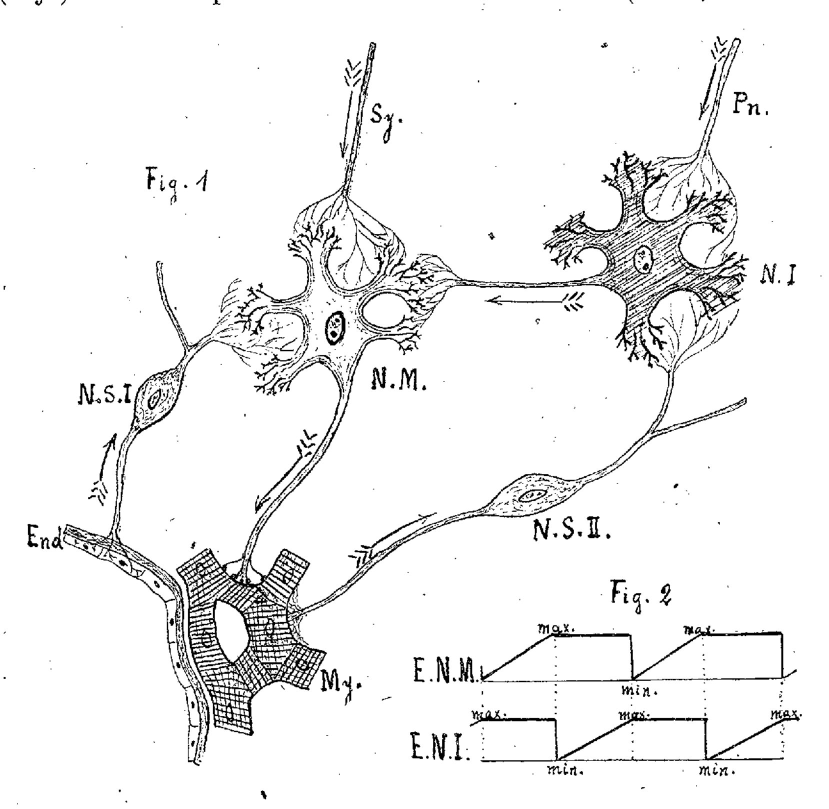
2. *Neurones inhibiteurs* (N. I., *fig.* 1) se mettant en relation avec les premiers dont ils peuvent modérer ou même arrêter complètement l'activité pendant quelque temps. C'est le frein dont le système nerveux dispose pour remplir son rôle de régulateur supérieur des différentes fonctions de l'organisme.

---

(1) Séance du 5 octobre 1925.

(2) J. Athanasiu, *Journal de Physiol. et de Path. gén.*, 22, 1924, p. 1-11.

3. *Les neurones sensitifs* (N. S., *fig.* 1) parmi lesquels il y a lieu de distinguer deux catégories : *a.* Ceux (N. S. I) qui se mettent en rapport d'une part avec l'endocarde (End.) et d'autre part avec le neurone moteur (N. M.); *b.* Ceux (N. S. II) qui se mettent en rapport d'une part avec le myocarde (My.) et d'autre part avec le neurone inhibiteur (N. I.).



Or l'excitabilité des neurones, tant moteurs qu'inhibiteurs, passe, comme celle de tout élément vivant, par des phases maxima et minima, séparées par des intervalles de repos (phases réfractaires), pendant lesquelles cette excitabilité se refait. Dans le cœur, les phases de repos sont égales aux phases d'activité. La courbe supérieure (E. N. M., *fig.* 2) représente l'excitabilité du neurone moteur et la courbe inférieure (E. N. I.) celle du neurone inhibiteur. A l'état normal, les phases d'activité de ces deux sortes de neurones ne peuvent être synchrones; elles doivent, au contraire, être alternées.

Voici maintenant comment nous concevons le fonctionnement de ces neurones pour assurer la rythmicité du myocarde, en prenant comme point

de départ du cycle, la phase de repos : la masse de sang, qui remplit les cavités auriculaires et ventriculaires, excite les terminaisons sensitives (N.S.I.) de l'endocarde et par suite le neurone moteur N. M. qui à son tour envoie au myocarde (My.) un courant nerveux moteur pour le mettre en état de contraction, après laquelle l'excitabilité de ce neurone devient minima. C'est le premier cycle (systolique). Les terminaisons sensitives du myocarde, excitées par cette contraction, donnent naissance à un deuxième courant nerveux sensitif (N.S.II), qui va exciter le neurone inhibiteur (N.I.), lequel à son tour envoie au neurone moteur (N.M.) un courant nerveux spécial, qui suspend son activité motrice, d'où relâchement brusque du muscle cardiaque. C'est le second cycle (diastolique). Pendant cette période de relâchement, le sang afflue dans les cavités du cœur et dès que sa pression est suffisante excite le premier neurone sensitif déclenchant ainsi un nouveau cycle systolique : N.S.I. → N.M. → My. et par cela même un nouveau cycle diastolique N.S.II → N.I. → N.M., et ainsi de suite.

Ainsi, grâce à ces deux circuits fermés et à l'excitant intermittent qui agit sur les neurones sensitifs, le myocarde reçoit des décharges nerveuses motrices aussi intermittentes d'où son fonctionnement rythmique.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur le changement de la conductibilité électrique du pourpre visuel au cours de l'éclairage.* Note de M. **P. Lasareff**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans mes recherches sur la théorie ionique de l'excitation [1], j'ai développé la théorie des sensations visuelles au cours de la vision périphérique en admettant que les molécules du pourpre rétinien sous l'action de la lumière se transforment en ions excitant les nerfs optiques.

Pour donner à la théorie une base solide, il était nécessaire d'étudier le changement de la conductibilité électrique du pourpre rétinien pendant la destruction du pigment provoquée par l'action de la lumière.

Les expériences correspondantes ont été exécutées par MM. Hamburzev, Belikov et moi.

Le pourpre rétinien de la grenouille a été dissous dans les solutions de

---

[1] P. Lasareff, *Pflüger's Archiv*, **154**, 1913, p. 459; *Recherches sur la théorie ionique de l'excitation* (Moscou, édition russe, 1916, p. 87; édition française, 1918, p. 86); *Ionentheorie der Reizung*, Berne et Leipzig, 1923, p. 13.

sels d'acides biliaires. Après une dialyse prolongée, la solution du pourpre a été étudiée au point de vue de la conductibilité électrique dans l'obscurité et sous l'action de la lumière.

L'accroissement de la conductibilité provoquée par l'éclairage se produit d'après une réaction monomoléculaire

$$\sigma = a - b\,e^{-dt}.$$

σ est la conductibilité électrique, a et b sont des constantes et d une constante dépendant de l'intensité de la lumière, t le temps.

TABLEAU I. — *Action de la lumière.*

t (min.)...	0,0.	0,5.	1,17.	2,12.	3,0.	3,75.	4,0.	4,5.	5,25.	5,50.	12,0.	15,0.	18,0.
bs.) × 10^3.	0,575	0,584	0,592	0,597	0,609	0,613	0,622	0,628	0,627	0,636	0,666	0,675	0,683
alc.) × 10^3.	0,575	0,582	0,590	0,602	0,610	0,617	0,619	0,624	0,630	0,632	0,667	0,675	0,683

$$\sigma\,(\text{calc.}) = 10^{-3}\,(0,7 - 0,125\,.\,e^{-0,11t}).$$

Dans l'obscurité on observe la diminution de la conductibilité qui est influencée par l'action du pigment noir contenu dans la couche pigmentaire de la rétine. Cette réaction est aussi monomoléculaire et peut être exprimée par l'équation $\sigma = A + B\,e^{Dt}$ (A, B, C étant des constantes), comme on le voit d'après le Tableau II.

TABLEAU II. — *Obscurité.*

t (min.)...	1,0.	3,08.	7,0.	10,0.	12,5.	15,0.	19,0.	24,5.	26,5.
σ (obs.) × 10^3.	0,666	0,654	0,636	0,627	0,615	0,608	0,600	0,600	0,600
σ (calc.) × 10^3.	0,686	0,663	0,635	0,622	0,614	0,609	0,603	0,599	0,599

$$\sigma\,(\text{calc.}) = 10^{-3}\,(0,594 + 0,106\,e^{-0,14\,t}).$$

Ces expériences donnent une base expérimentale à la théorie ionique des sensations lumineuses.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés chimico-colloïdales des composants de l'amidon.* Note [1] de M. SAMEC.

J'ai démontré [2] qu'on peut décomposer la solution d'amidon par l'électrodialyse en une partie liquide et une partie gélatineuse, cette dernière correspondant à l'amylopectine de L. Maquenne.

---

(1) Séance du 5 octobre 1925.

(2) *Kolloidchemische Beihefte*, **13**, 1921, p. 272.

La composition de chacune de ces phases dépend de la préparation de la solution, mais, dans tous les cas, le gel contient des complexes constitués par des matières amylacées et par des électrolytes, tandis que ceux-ci n'entrent pas, ou presque pas, dans le sol.

J'ai chauffé à 120° et j'ai électrodialysé le gel, ce qui m'a donné encore une phase gélatineuse et un sol. En appliquant cette méthode aux phases gélatineuses successives, j'ai obtenu une série de sols contenant dans leur ensemble presque tous les composants du grain d'amidon; mais j'ai pu établir aussi isolément les propriétés de chacun de ces sols. En effet, les sols fournis par l'électrodialyse, soit d'une suspension d'amidon, soit d'un empois non surchauffé ou d'une solution chauffée à 120° pendant une demi-heure, ne contiennent que les substances se colorant en bleu foncé par l'iode, appelées *amyloses* par L. Maquenne qui les a considérées comme formant la partie principale de l'amidon.

Le surchauffage du gel ne donne guère d'abord que des amyloses, mais s'il est suffisamment prolongé, il fait entrer dans les sols les produits que j'ai appelés *érythroamyloses* (¹). Le reste des composants de l'amidon ne se rencontrant pas dans les parties liquides, constitue un précipitat floconné nommé *amylocellulose* par plusieurs savants.

Les sols de notre série contiennent des matières amylacées qui diffèrent entre elles par la couleur qu'elles prennent par l'iode, par la grandeur moyenne des molats (poids moléculaire), ainsi que par la quantité d'iode qu'elles absorbent et par leur faculté protectrice colloïdale (*colloïde Schutzwirkung*).

Pour plus de netteté, j'ai réuni les résultats numériques dans le tableau suivant :

	Couleur par l'iode.	Quantité d'iode absorbé par 1g de substance en présence de KI 0,002N.	Poids moyen des molats.	Quantité de KCl nécessaire pour précipiter une solution d'or.
Amyloses de froment........	bleu foncé	115 mg	156000	0,042 *n*
Amyloses de pommes de terre.	bleu foncé	183	90000	0,05 *n*
Amyloses + Érythroamyloses, pommes de terre..........	bleu violacé	137	117000	0,045 *n*
Érythroamyloses, pommes de terre, première fraction....	rouge	123	123000	0,04 *n*
Érythroamyloses, pommes de terre, deuxième fraction...	rouge	122	130000	0,038 *n*

Les sols contiennent les hydrates de carbone sans trace d'électrolytes, tandis que les acides phosphorique et silicique du grain d'amidon, en tant

(¹) *Loc. cit.*

que l'électrodialyse ne les a pas enlevés de la solution, restent à chaque instant dans les gels. La coloration par l'iode ne dépend nullement de la présence des électrolytes. Cela résulte du fait que les amyloses, contenant ou non de l'acide phosphorique, se colorent en bleu par l'iode, ainsi que du fait que l'amylopectine contenant du phosphore, de même que les érythroamyloses sans phosphore, prennent par l'iode une coloration violacée et rouge. En outre la coloration par l'iode ne dépend pas — les chiffres du tableau le prouvent — du degré de dispersité de la matière (c'est-à-dire de la grandeur des molats, respectivement de celle des micelles); elle n'est pas davantage en rapport avec la faculté protectrice colloïdale.

Les quantités d'iode absorbé par les amyloses dépassent beaucoup celles que l'amylopectine et les érythroamyloses peuvent absorber. Dans la série des amyloses cette quantité augmente avec la dispersité croissante, de façon que l'amylose ultrafiltrée prend deux ou trois fois autant d'iode que le sol colloïdal; les érythroamyloses, au contraire, en absorbent moins quand elles sont peptisées. Lorsqu'on rend l'amidon soluble ou qu'on le transforme en dextrines, la faculté protectrice colloïdale pour l'or augmente, mais la quantité d'iode absorbé diminue.

Les amyloses et les érythroamyloses se comportant donc souvent de manière contraire; on ne peut pas dire, par conséquent, que les différences que présente l'état colloïdal d'une même substance soient la cause de ce fait, lequel est probablement imputable à une différence dans la structure organique.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'embryogenèse des Monstres doubles chez les Phasmides* (Carausius morosus *Br.*) (¹). Note de M. **P. Cappe de Baillon**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les conclusions énoncées dans cette Note préliminaire résultent de l'étude de 160 œufs composés, prélevés sur un lot de 17946 œufs.

I. Chez le *Carausius morosus*, le développement de l'embryon normal, pendant la saison chaude, demande en moyenne 90 jours, comptés depuis le moment de la ponte jusqu'à celui de l'éclosion.

Vers le douzième jour le blastoderme dessine, au pôle inférieur de l'œuf

(¹) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1371 et 1790.

et à la surface du vitellus, une tache en forme de V, dont les deux branches, premières ébauches du lobe procéphalique, sont orientées vers l'appareil micropylaire. Celui-ci est dorsal et détermine, avec l'axe de l'œuf, un plan méridien qui partage l'œuf en deux parties égales et représente le plan de symétrie du futur embryon.

Dès le quinzième jour, l'embryon possède des contours précis : le corps et les segments céphaliques inférieurs forment une bande plane, à bords parallèles, que surmonte la masse plus large du lobe procéphalique. L'embryon conserve cet aspect durant toute la première phase de son développement, qui dure environ vingt jours. Durant tout ce temps, il demeure complètement étendu à la surface du vitellus, le corps orienté dans le plan méridien du micropyle, la tête tournée vers la face dorsale de l'œuf et la face ventrale appliquée contre la coquille.

Vers le vingt-deuxième jour apparaissent les premiers vestiges des appendices et l'extrémité de l'abdomen commence à se replier sur la face sternale, l'embryon entre dans la deuxième phase de son développement; il est sur le point d'accomplir sa rotation.

Au lieu d'effectuer ce mouvement, comme la plupart des insectes, dans le plan méridien du micropyle et en se renversant en arrière, l'embryon du *Carausius morosus* pivote sur place, en tournant de gauche à droite autour du grand axe de l'œuf, sa face ventrale restant appliquée contre les membranes de l'œuf. La rotation commence le vingt-cinquième jour et quand, le trente-cinquième jour, l'embryon a repris sa place dans le plan méridien du micropyle, une rotation de 180° a amené sa tête sur la face ventrale de l'œuf, à l'endroit où se trouvait l'extrémité de son abdomen.

C'est dans cette position que l'embryon accomplit la dernière phase de sa croissance. La résorption du vitellus demandera deux mois, mais l'éclosion n'aura pas lieu avant la fin du troisième.

II. L'évolution de l'embryon double, bien que moins rapide, s'effectue de la même manière. Elle débute par l'apparition d'un blastoderme, à contours irréguliers, au pôle inférieur de l'œuf. De la lame syncytiale se détachent bientôt, par prolifération, des lobes céphaliques plus ou moins complets qui s'accroissent côte à côte, quelquefois dans des plans différents, le plus souvent dans le même plan. Du degré de divergence et de l'orientation des lobes procéphaliques, dépend la morphologie du futur monstre double.

Quand la divergence des lobes procéphaliques est faible, une ontogenèse unique prend bien vite le dessus, qui travaille à régulariser ces ébauches

disparates et à les fondre en un tout dont la forme extérieure laisse à peine soupçonner la complication intérieure. Dans le cas d'une divergence plus accentuée les deux têtes se développent séparément et, pour peu que l'orientation s'y prête, de cette double ontogenèse peut résulter le dédoublement des appendices thoraciques, exceptionnellement celui de l'abdomen [1]. Si, enfin, les ébauches procéphaliques sont opposées, les deux sujets se développent en sens inverse, reliés l'un à l'autre par un blastoderme commun.

Le cas de deux embryons indépendants, se développant côte à côte, n'a jamais été rencontré. Quand la fusion des ovules ne se produit pas, seul l'ovule inférieur donne naissance à un embryon : les autres semblent frappés de stérilité.

De ces observations, il est permis de tirer les conclusions suivantes :

1. La fusion des ovules qui constituent l'œuf composé, entraîne la formation d'un blastoderme mixte, unique, qui occupe, à la face inférieure de l'œuf et à la surface du vitellus, la position occupée par le blastoderme normal.

2. L'orientation initiale des ébauches procéphaliques joue un rôle capital dans la morphologie des Monstres doubles.

3. Un organe est d'autant plus exposé à être double qu'il est plus rapproché du lobe procéphalique, ou, en d'autres termes, d'apparition plus précoce. Les yeux, le stomodæum, la lèvre supérieure, tous également formés par le premier segment céphalique, sont très fréquemment en nombre double.

4. Vu la grande fréquence des anomalies céphaliques d'une part, et, d'autre part, la perfection des processus de régulation, il faut s'attendre à rencontrer, chez la plupart des sujets normaux issus d'œufs composés, des malformations internes affectant les ganglions cérébroïdes ou les organes des sens.

La découverte d'œufs composés chez un Insecte du groupe des Phasgonurides, le *Leptophyes punctatissima* Bosc., permet de supposer que la genèse des Monstres doubles est un phénoméne commun à plusieurs ordres d'Insectes.

---

(1) *Un problème de tératogenèse. Monstre double de Phasmide* (Carausius morosus *Br.*) (*C. R. Soc Biol.*, 93, 1925, p. 163).

PROTISTOLOGIE. — *Vacuome et appareil de Golgi des Euglènes.* Note [1] de M. PIERRE-P. GRASSÉ, transmise par M. Henneguy.

Par leurs différents modes de nutrition, les Eugléniens occupent parmi les Protistes une place privilégiée et portent à la fois des attributs animaux et végétaux. Ces caractères, d'une grande signification phylogénétique, confèrent un intérêt tout particulier à l'étude de leur structure.

On pouvait, *a priori*, se demander si leur vacuome se confond avec l'appareil réticulaire de Golgi comme l'ont admis plusieurs auteurs pour la cellule végétale. Les images obtenues par les cytologistes espagnols (en particulier Sanchez y Sanchez, 1922, et de Luelmo, 1923) à l'aide des imprégnations argentiques paraissent superposables à celles que fournissent P.-A. et P. Dangeard en utilisant les colorations vitales. Pour les uns, il s'agit de l'appareil réticulaire; pour les autres, du vacuome. Guilliermond et Mangenot (1922) ont posé que dans la cellule végétale l'appareil de Golgi et le système vacuolaire désignent le même élément.

Le vacuome des Euglènes a été étudié par P. Dangeard (1924), qui emploie des colorants vitaux tels que le rouge neutre et le bleu brillant de crésyl. En 1920, dans des *Euglena* indéterminées, Dehorne décrivit des formations granuleuses ou filamenteuses, il en fit des constituants du chondriome; en réalité il s'agit d'éléments vacuolaires.

Nos recherches, qui portent avant tout sur *Euglena proxima* Dang., nous permettent de confirmer dans leur ensemble les données de P. Dangeard. Le vacuome se compose de petites vacuoles mesurant de quelques fractions de μ à 4 μ. Le rouge neutre, en solution très étendue, les colore en rouge vif tirant parfois sur l'orangé; le bleu de crésyl leur communique une teinte violette plus ou moins empourprée. Dans les grandes vacuoles, presque toujours situées à l'extrémité postérieure, il n'est pas rare d'observer la précipitation de grains colorés (endochromidies de Dangeard). Certains aspects décelés par le bleu de crésyl sont tout à fait remarquables; sous la pellicule cellulosique apparaissent des bâtonnets de 5 μ de long qui rappellent à s'y méprendre les grosses mitochondries sous-cuticulaires trouvées par Léger et Duboscq dans le *Balantidium elongatum*. La confluence de vacuoles est possible mais rare.

Les méthodes dites mitochondriales (Benda, Regaud, Champy) donnent

---

[1] Séance du 3 août 1925.

des images presque identiques. On voit, en plus, des granules colorés en gris foncé par l'hématoxyline; je les assimile, non sans réserve, aux sphérosomes (Dangeard) ou mitochondries inactives (Guilliermond). A maintes reprises, j'ai utilisé sans succès le vert janus, seul ou associé au rouge neutre.

Les imprégnations métalliques à base de nitrate d'argent ou de tétroxyde d'osmium apportent des résultats inattendus. Les procédés de Cajal plus ou moins modifiés mettent en évidence le vacuome, mais imprègnent aussi le stigma ou point oculiforme, le plus souvent imparfaitement. Par l'acide osmique (Kopsch, Mann-Kopsch, Kolatcheff), les vacuoles ne se chargent pas de métal réduit et restent incolores; à vrai dire, dans des cas fort rares, on trouve bien quelques vacuoles noircies; tous nos efforts pour obtenir une imprégnation totale sont demeurés vains. Par contre, le stigma apparaît en toute netteté; *cet organite possède toutes les propriétés microchimiques de l'appareil de Golgi* des Protozoaires et des Métazoaires, à savoir : destruction partielle ou totale par l'acide acétique et les bases fortes (KOH, Na OH), noircissement très lent par l'acide osmique, réduction du nitrate d'argent, insolubilité dans l'essence de térébenthine après l'action de OsO^4. Je n'insisterai ici que sur la lenteur du noircissement par l'acide osmique. Wager (1899) traitait des *Euglena viridis* par des solutions de cet acide à 2 pour 100 et il n'a jamais signalé une modification de la couleur du stigma; ses préparations extemporanées ne lui permettaient pas d'assister à la réduction.

La structure du point oculiforme est, en somme, celle de l'appareil de Golgi : deux substances, l'une fondamentale teintée en grisâtre par l'osmium (substance chromophobe), l'autre sous forme de grains d'un noir intense (substance chromophile). Ces grains correspondent aux sphérules colorées en rouge par un pigment carotinoïde; sur le vivant ils s'observent avec facilité; leur nombre varie de 5 à 30 environ et ils sont de tailles très diverses. Des aspects analogues, pigment en moins, se retrouvent au cours de l'évolution de l'idiozome dans la spermiogenèse de nombreux Métazoaires. La structure du stigma indiquée par Francé (1893) et reproduite par les traités classiques est manifestement inexacte. Les *Krystalkörper* qu'il décrit et figure n'existent pas. Ni Klebs, ni Künstler, ni P.-A. Dangeard, ni Wollenweber ne les ont vus. Wager explique que Francé a pris pour des corps cristalloïdes ou lenticulaires des granules pigmentaires de grande taille; l'emploi de grossissements insuffisants serait la cause de cette confusion.

Tous ces caractères suggèrent un rapprochement immédiat entre cet organite et l'appareil parabasal des Bodonidés, Polymastigines et Hyper-

mastigines. Ce dernier, comme l'ont montré à différentes reprises Duboscq et Grassé, s'homologue à l'appareil de Golgi des cellules sexuelles et embryonnaires qui apparaît, comme on le sait, sous la forme définie de dictyosomes. D'autre part, les rapports de voisinage ou de contact du stigma avec les racines flagellaires qui présentent un renflement à son niveau rappellent de très près ceux de l'appareil parabasal avec le blépharoplaste ou les spires flagellaires. Pour toutes ces raisons nous n'hésitons pas à interpréter le stigma comme un appareil parabasal (appareil de Golgi) imprégné d'un pigment de la série des carotinoïdes. C'est un amas de dictyosomes devenus sensibles à la lumière.

Le réservoir de l'Euglène contre lequel s'applique le stigma et la vacuole pulsatile ne s'imprègnent en aucun cas. Je ne veux cependant point infirmer par cette observation isolée l'hypothèse de Nassonov (1924) qui fait des vacuoles pulsatiles de *Paramœcium* et de *Chilomonas* un appareil de Gogli à fonction excrétrice.

A 15^{h}30^m, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16^h.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 OCTOBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS BOUVIER, PUIS DE M. CHARLES LALLEMAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. le Dr **Sanarelli**, Sénateur du Royaume d'Italie, Professeur de l'Université de Rome, Directeur de l'Institut d'Hygiène, et à M. **Henri Hauser**, Membre de l'Académie des Sciences de Madrid, Professeur à l'École des Mines, qui assistent à la séance.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce la mise en distribution au Secrétariat du tome 3, fascicule 7, de la *Mission du Service géographique de l'armée pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud : Latitudes astronomiques observées aux théodolites à microscopes*. Première Partie, par M. G. Perrier.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Un cas insoupçonné de pathologie végétale.* Note de M. **J. Costantin**.

J'ai une addition à faire à ma Communication dernière du 5 octobre (parue dans le numéro du 12). Les Argouanes obtenues dans les Ardennes par M. Cayasse ont poussé sur les 11 pieds *en place* (et non repiqués). Il y a eu récolte de fructifications le 5 septembre (un chapeau), le 12 du même mois (trois), le 19 (un) et le 22 (un).

Le succès a donc été obtenu dans les Ardennes, sous la surveillance de M. Cayasse, par la même méthode que dans la forêt de Fontainebleau, par moi. Ceci est très important pour les essais futurs et explique les insuccès

de beaucoup de tentatives des correspondants dévoués qui m'ont prêté leur concours et qui ont opéré sur des individus repiqués ou sur des germinations. L'étude de ces dernières est, en effet, très curieuse.

L'histoire des Pleurotes d'Ombellifères n'a pas été bien comprise jusqu'ici, car la plupart des auteurs admettent un simple saprophytisme.

Mon attention avait été éveillée sur cette question par des observations répétées en 1921, 1923 et 1924 dans la Vanoise où l'apparition des Champignons suit d'une à deux semaines l'opération du *fauchage*. Cette opération précipite les phases de l'évolution du Pleurote et permet d'assister à des stades franchement parasitaires.

L'expérience suivante fournit avec netteté la preuve d'un tel mode d'existence insoupçonné jusqu'à ce jour. (Ce résultat aura vraisemblablement une importance pratique.)

Le 6 avril 1925, j'ai semé dans de la terre ordinaire de jardin, dans huit grands pots, de très nombreuses graines d'*Eryngium campestre*, au laboratoire de Biologie végétale. Les semences avaient été récoltées l'hiver précédent, en grand nombre, dans les environs du laboratoire; elles ont levé régulièrement. Chacun de ces pots présentait, le 1er juin 1925, une trentaine de germinations vigoureuses et bien parties. L'essai, dans son ensemble, a donc porté sur 240 plantules environ. A cette dernière date, cinq des huit pots ont été inoculés avec des mises de blanc de *Pleurotus Eryngii* (blanc qui avait été rajeuni par un nouveau report du 5 mai 1925); les trois autres pots sont restés sans Champignon.

Des essais sur ce type avaient été déjà faits, en 1924, soit dans les pépinières du Muséum, soit à Avon, mais le nombre des plantules mises en expérience était faible et les résultats qui suivent ne pouvaient apparaître nettement. Malgré cela, on put observer une très légère différence entre les deux catégories de pots : ceux avec Champignon paraissaient un peu en retard dans leur développement. Il était nécessaire d'opérer sur un plus grand nombre d'individus, c'est ce que j'ai fait en 1925.

Un fait très net est apparu alors. En déterrant trois couples de pots, les uns avec, les autres sans Champignon, j'ai constaté qu'il y a des pieds malades dans le premier cas, aucun dans les seconds. Cette maladie n'apparaît par *aucun symptôme au-dessus du sol*. Au-dessous, dans la terre, il y a plusieurs aspects pathologiques : certains échantillons sont comme moisis sur une longueur variable et sur des points variables; l'altération blanche s'étend sur 2 à 8^{cm}; la surface est ridée, ratatinée, couverte de mousse blanche, la partie centrale correspondante de la racine est brunie par altération de la partie ligneuse; parfois l'altération précédente est voisine du collet, alors la partie au-dessus du sol est morte et les feuilles de la rosette sont détruites, la partie profonde de cette racine ainsi moisie qui s'enfonce dans le sol est vivante. Le parasitisme est donc très net pour ces pieds. Pour d'autres individus, la rosette au-dessus du sol reste, au contraire, verte et vivante, en apparence saine, mais à une distance du collet, variable de 2 à 4^{cm}, la partie moisie apparaît. Parfois une crevasse se montre dans la partie blanche, fungique; c'est, semble-t-il, l'ébauche d'un chancre. Dans un autre

exemple j'ai vu apparaître des racines dont l'altération sur une faible longueur (1 à 2^{cm}) est un simple brunissement accompagné de rétrécissement. J'ai observé un chancre sans que la moisissure se manifeste extérieurement.

Dans ces trois couples de pots, une autre particularité assez curieuse mérite d'être relevée. Dans les pots contenant le Champignon, le nombre des pieds morts ou mourants n'est jamais élevé. Sur 30 germinations par pot, il y en avait trois ou quatre de malades seulement, ce qui fait une proportion faible, environ 10 pour 100 d'individus profondément atteints.

C'est donc là une maladie paraissant légère, au moins par la simple étude de l'aspect extérieur; elle est susceptible de passer inaperçue. Elle peut donc, sous cette forme, justifier le terme de « parasitisme occulte » dont je me suis servi en 1923.

En déterrant le septième pot avec Champignon (qui n'avait pas d'homologue sans Champignon) j'ai retrouvé la même proportion (10 pour 100) de malades ayant les mêmes caractères (1).

Cette constance dans le nombre des pieds malades n'est pas nouvelle, Brefeld l'a constatée dans ses expériences classiques sur les Ustilaginées. MM. Reed et Faris (2) viennent pour le Sorgho et l'Avoine vérifier une constance semblable, subordonnée d'ailleurs aux conditions du milieu extérieur.

Un autre essai sur l'*Eryngium maritimum* [qui héberge aussi le même Pleurote (3)] mérite d'être cité.

Le 24 avril 1924, deux pots ont été ensemencés au laboratoire de Fontainebleau avec un sachet de graines du jardin botanique de Zurich, puis, avec Champignon dans l'un d'eux. Le 9 juin 1924, aucune différence bien sensible n'est constatée entre les deux pots. Le 10 octobre 1924, les deux pots ont été vidés et les plantules mises en pleine terre, plantées en deux groupes éloignés aux extrémités d'une platebande.

Le nombre des pieds avec Champignon était 7; sans, 8.

L'examen de ces plantes a été fait le 9 octobre 1925. Le résultat paraît frappant.

Pieds avec Champignon. — Cinq pieds sont morts. Un des deux qui restent est très chétif, avec deux petites feuilles (ce pied a été déraciné mais n'a pas révélé la présence de moisissure). Le dernier pied de cette série est de développement moyen : deux feuilles vertes de taille moyenne, une mourante grande, une feuille petite.

---

(1) Je n'ai pas déterré le huitième pot, le réservant pour d'autres essais.

(2) G.-M. Reed and J.-A. Faris, *Amer. Journ. of Botany*, 11, 1924, p. 579-599.

(3) Le défaut de ces Champignons est d'emmagasiner le sable du littoral dont le lavage les débarrasse difficilement : ils croquent sous la dent.

Pieds sans Champignon. — Tous les huit pieds plantés l'an dernier ont survécu. L'un d'eux est magnifique avec 23 grandes feuilles; quatre autres pieds ont une belle rosette; trois pieds sont chétifs.

Si les expériences ultérieures confirment ces résultats, on pourrait en conclure que le Champignon a un effet plus destructeur sur l'*Eryngium maritimum* (mortalité 71 pour 100) que sur l'*Eryngium campestre* (¹) (mortalité environ 10 pour 100).

MÉDECINE. — *La détermination du régime des sources hydrominérales.* Note (²) de MM. **d'Arsonval, F. Bordas** et **F. Touplain.**

Les caractères physico-chimiques des eaux de source, qu'il s'agisse de sources d'eaux potables ou de sources thermominérales, sont loin de présenter la constance qui leur avait été attribuée autrefois.

Les sources subissent, en effet, des variations de composition plus ou moins importantes, plus ou moins soudaines sous l'influence de perturbations atmosphériques et la constatation du fait n'est pas toujours facilement réalisable.

Nous n'insisterons pas sur l'importance qu'il y a à connaître d'une façon précise le régime normal d'une source hydrominérale, par exemple, afin de la mettre à l'abri de toute contamination possible par des eaux sauvages, qui tout en modifiant la thermalité et les propriétés curatives particulières, introduisent souvent des matières organiques en voie de décomposition ainsi que des germes pathogènes.

Les travaux que nous poursuivons depuis plusieurs années à l'Institut d'hydrologie et de climatologie pour la réalisation de ce problème si complexe, nous ont conduits à créer un ensemble d'appareils nous permettant d'enregistrer automatiquement toutes les variations de température, de débit et de composition chimique qui pourraient se produire à un moment quelconque au griffon d'une source.

Ces différents dispositifs étant modifiables suivant les cas, c'est-à-dire suivant l'emplacement de griffons, le mode de captage, etc.

(¹) Dans un autre essai sur l'*Eryngium campestre*, fait à Fontainebleau sur une échelle plus petite, *sous châssis*, j'ai eu trois pieds morts sur huit (semis 17 mai 1924). Dans un autre essai qui a duré deux ans, en *pleine terre*, après *repiquage* des germinations (semis 17 mai 1924, observation 8 octobre 1925), la mortalité a été 2 sur 20.

(²) Séance du 12 octobre 1925.

Nous résumons en quelques lignes les principes de ces divers instruments [1].

Température. — Nous nous servons, suivant les cas, de thermomètres électriques ou de thermomètres dits enregistreurs à tension de vapeur.

Le thermomètre électrique est un pyromètre à résistance pour basse température; grâce à divers artifices de construction il a été possible d'en augmenter la sensibilité dans de très grandes proportions. Ce pyromètre est muni d'un enregistreur électrique.

Le thermomètre à tension de vapeur saturée, quoique moins sensible que le précédent, peut être utilisé dans tous les cas en prenant quelques précautions suivant la composition chimique de certaines sources minérales.

Un avertisseur électrique, mis en mouvement par l'aiguille de l'enregistreur, permet de déclancher un dispositif spécial de l'appareil à prise automatique d'échantillon d'eau.

Prélèvement automatique. — L'avertisseur qui a été déclanché à une température déterminée, fait fonctionner une trompe à pression réduite (de $0^{m},80$ à 1^{m} d'eau) qui aspire l'eau à analyser dans un flacon spécial.

La prise d'échantillon peut avoir lieu à n'importe quel moment du jour ou de la nuit.

Débit. — Nous nous servons d'un manomètre double de Richard dont les boîtes de réception de pression sont en communication avec les tubes du dispositif de Ritter.

Ces tubes portent chacun une tubulure latérale munie d'un robinet permettant de faire arriver de l'air comprimé que l'on règle de façon à vaincre la pression exercée aux extrémités des tubes de Ritter.

L'équilibre de pression s'établit respectivement entre les deux boîtes de réception et les pressions exercées par l'eau aux extrémités des tubes de Ritter.

Ces pressions s'inscrivent séparément et simultanément sur la feuille unique placée sur le tambour de l'appareil enregistreur.

Une opération très simple fournit la valeur de k et permet de calculer la vitesse du liquide d'après la formule $V = \sqrt{2gh}$ et ensuite le débit.

Tels sont les instruments qui nous ont permis d'étudier le régime de certaines sources thermominérales. Ces recherches sont longues et délicates

(1) Les détails de construction ainsi que le mode d'emploi paraîtront dans un autre recueil.

mais nous considérons qu'il est indispensable de les poursuivre d'une façon systématique si l'on veut établir, ce qui serait souhaitable, un périmètre de protection qui soit réellement efficace autour de toutes nos sources d'eaux minérales.

ANALYSE INFINITÉSIMALE. — *Sur quelques problèmes relatifs à l'équation aux dérivées partielles* $\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)^n u = 0$. Note de M. **Riquier.**

I. Considérons, dans le plan des deux axes rectangulaires OX, OY, un contour analytique régulier ne passant pas par l'origine O, et dont les divers points s'obtiennent, chacun une seule fois, en faisant croître de zéro à 2π un certain paramètre $\theta (0 \leqq \theta < 2\pi)$; ce contour est supposé tel, d'ailleurs, que toute demi-droite partant de l'origine le rencontre en un point et en un seul. Considérons en même temps les homothétiques du contour par rapport au point O : en désignant par $\mathcal{C}_r$ celui qui correspond à la valeur r du rapport d'homothétie (il se confond, pour $r = 1$, avec le contour donné), nous nommerons *intérieur* du contour $\mathcal{C}_1$ la région du plan qu'engendre le contour $\mathcal{C}_r$ lorsqu'on fait varier le rapport d'homothétie dans les limites assignées par la double relation $0 \leqq r < 1$.

Problème $\mathfrak{P}_n$. — On se propose de *trouver une intégrale de l'équation aux dérivées partielles*

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)^n u = 0 \tag{1}$$

qui satisfasse à l'ensemble des conditions suivantes :

1° *Cette intégrale, u, doit être analytique et régulière à l'intérieur et un peu au delà du contour* $\mathcal{C}_1$.

2° *Sur le contour même, les n quantités*

$$u,\quad \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)u,\quad \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)^2 u,\quad \ldots,\quad \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)^{n-1} u$$

doivent se réduire à n fonctions analytiques et régulières données de θ (*admettant la période* 2π).

Une pareille intégrale existe, et il n'en existe qu'une; sa recherche se ramène à la résolution n fois répétée du problème $\mathfrak{P}_1$ *et à* $n(n-1)$ *quadratures.*

II. Étant donné le contour *circulaire* C, défini à l'aide des formules $x = R\cos\theta$, $y = R\sin\theta$, on se propose de *trouver une intégrale de l'équation*

aux dérivées partielles (1) *qui satisfasse à l'ensemble des conditions suivantes :*

1° *Cette intégrale doit être analytique et régulière à l'intérieur et un peu au delà du contour* C.

2° *En lui adjoignant ses n — 1 premières dérivées prises suivant la normale au contour, ces n quantités doivent se réduire, sur le contour même, à n fonctions analytiques et régulières données de* θ (*admettant la période* 2π).

Une pareille intégrale existe, et il n'en existe qu'une ; sa recherche se ramène à la résolution n fois répétée du problème $\mathfrak{P}_1$ (envisagé dans le cas du contour circulaire).

III. Considérant, soit le contour $\mathfrak{C}_1$ spécifié au paragraphe I, soit le contour circulaire C spécifié au paragraphe II, désignons par $f(x, y)$ une fonction connue, analytique et régulière à l'intérieur et un peu au delà du contour, et vérifiant, pour quelque valeur de l'entier k, la relation

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)^k f(x, y)=0.$$

Cela étant, si, au lieu de l'équation (1), on considère l'équation aux dérivées partielles

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)^n u=f(x, y),$$

et qu'on assujettisse son intégrale à l'ensemble des conditions formulées, soit au paragraphe I s'il s'agit du contour $\mathfrak{C}_1$, soit au paragraphe II s'il s'agit du contour circulaire C, on se trouve, moyennant $2n$ quadratures, ramené à l'équation (1) elle-même.

BACTÉRIOLOGIE. — *Infection expérimentale transplacentaire par les éléments filtrables du virus tuberculeux.* Note de MM. **A. Calmette**, **J. Valtis**, **L. Nègre** et **A. Boquet**.

Le passage des bacilles tuberculeux à travers le placenta, nié jadis par Conheim, a été expérimentalement réalisé par quelques auteurs (Landouzy et Hipp. Martin, de Renzi, Cavagnis, Gaertner), mais beaucoup d'autres n'y sont jamais parvenus, en particulier Nocard, Grancher et Strauss, Baumgarten, Vignal. Et comme il est exceptionnel d'observer, en clinique humaine ou vétérinaire, des cas de transmission intra-utérine de la tuberculose, on admet généralement que, si l'infection transplacentaire est possible, elle est extrêmement rare.

La démonstration ayant été récemment faite, d'abord par Fontès, en 1910, par Vaudremer (1923), puis par l'un de nous, (Valtis 1924), de l'existence, dans le virus tuberculeux, de certains éléments invisibles au microscope, capables de traverser les filtres de terre d'infusoires (Berkefeld) ou de porcelaine (Chamberland L2 ou L3), et cependant pourvus de virulence, nous a suggéré l'idée d'inoculer à des cobayes femelles, avant et pendant la gestation, des filtrats de produits tuberculeux ou de cultures, en vue de rechercher si les jeunes cobayes, issus de ces femelles, peuvent être infectés par voie transplacentaire et présenter, lors de leur naissance ou ultérieurement, des lésions authentiques de tuberculose à bacilles de Koch acido-résistants et virulents.

Nous ne relatons dans cette Note que deux expériences qui sont particulièrement démonstratives.

I. Deux cobayes infectés de tuberculose reçoivent dans le péritoine 20^{cm^3} d'une émulsion faite avec :

Bacilles tuberculeux (origine bovine Vallée), (frais, essorés).	$0^g,30$
Eau physiologique stérile................................	40^{cm^3}
Émulsion de mie de pain stérilisée........................	10^{cm^3}
Glycérine stérile..	10^{cm^3}

Après la mort de ces cobayes, leur exsudat péritonéal est filtré à deux reprises sur bougie Chamberland L2, sous pression de 40^{cm} de mercure. Le filtrat ensemencé et conservé 48 heures à l'étuve ne donne lieu au développement d'aucun microbe cultivable.

Onze cobayes ont reçu chacun, en injection sous-cutanée, 1^{cm^3} de ce filtrat le 18 juin 1925, $1^{cm^3},5$ le 22 juin, 2^{cm^3} le 26 et 8^{cm^3} le 2 juillet.

Trois de ces animaux sont morts les 10, 28 juillet et 3 août. Ils ne présentaient aucune lésion tuberculeuse apparente, mais leurs ganglions trachéo-bronchiques, légèrement hypertrophiés, contenaient des bacilles de Koch acido-résistants.

Un cobaye, inoculé sous la peau de la cuisse avec le produit de broyage d'un ganglion du cobaye de cette série mort le 10 juillet, a été sacrifié le 13 octobre suivant. Il présentait une tuméfaction des ganglions de l'aine, ainsi que des ganglions sous-lombaires et mésentériques. La rate était augmentée de volume. On n'a pas pu y découvrir de bacilles. Mais, chez ce même animal, un ganglion trachéo-bronchique dur et scléreux, gros comme une petite noisette, avait son centre caséifié et contenait d'assez nombreux bacilles.

Un quatrième cobaye (femelle) du même lot a donné naissance, le 27 juillet, à deux jeunes dont l'un, mort-né, n'a pas pu être autopsié. Le second a été sacrifié dès après sa naissance. Il présentait un ganglion mésentérique de la grosseur d'un petit pois, contenant des bacilles de Koch typiques.

Les autres animaux, restés vivants, sont conservés.

II. Un voile de culture de bacilles tuberculeux (origine bovine V.) âgée de 20 jours est émulsionné dans 50$^{cm^3}$ d'eau salée physiologique et laissé 48 heures à l'étuve à 38°, puis additionné de microbes du choléra des poules pour contrôler l'étanchéité du filtre, et filtré sur bougie Chamberland L_2 dans les mêmes conditions que précédemment.

Le filtrat, ensemencé en bouillon Martin et porté 24 heures à l'étuve, reste stérile.

Un cobaye femelle en état de gestation reçoit sous la peau 20$^{cm^3}$ de ce filtrat le 18 septembre, puis encore 15$^{cm^3}$ le 21 et 10$^{cm^3}$ le 1er octobre.

Le 12 octobre, soit vingt jours après la première inoculation de filtrat, cette femelle met bas quatre petits. L'un d'eux est sacrifié dès sa naissance et autopsié. On trouve un ganglion hypertrophié sous le foie, autour des vaisseaux porte et, dans les frottis de ce ganglion, on découvre quelques amas de bacilles de Koch acido-résistants. Les autres jeunes sont soigneusement conservés.

Il apparaît donc certain que, dans les conditions expérimentales exposées ci-dessus, les éléments virulents, filtrables, provenant des produits tuberculeux ou des cultures de bacilles de Koch, et inoculés sous la peau des cobayes femelles en gestation, peuvent traverser le filtre placentaire, infecter l'organisme des fœtus et déterminer des lésions tuberculeuses dans lesquelles on retrouve les formes non filtrables et acido-résistantes du bacille tuberculeux.

On peut, en conséquence, se demander si les contaminations intra-utérines qu'on observe parfois, quoique rarement, chez les nouveau-nés dans l'espèce humaine, et aussi dans l'espèce bovine, ne résultent pas d'une infection transplacentaire par les formes filtrables du bacille de Koch, infection qui laisse le placenta intact.

Les expériences que nous poursuivons nous fixeront sur ce sujet.

M. **E. Goursat** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une brochure, dont je suis l'auteur, sur *Le Problème de Bäcklund*. Cette brochure forme le fascicule VI

du *Mémorial des Sciences mathématiques*, que publie, sous la direction de M. Villat, la maison Gauthier-Villars, avec une rapidité appréciée de tous les mathématiciens.

Le problème dont il s'agit n'a été posé d'une façon générale qu'à une date assez récente, en 1880, mais il se rattache à beaucoup de questions déjà étudiées, et il a donné lieu, depuis qu'il a été formulé, à un grand nombre de travaux. Parmi les auteurs cités, je dois une mention toute particulière à un mathématicien français, Jean Clairin, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, tué au début de la guerre. Clairin avait consacré la plus grande partie de son activité scientifique à l'étude de ce problème. On lui doit la classification des transformations de Bäcklund, et plusieurs résultats importants. Je me suis proposé de rattacher tous ces résultats, et d'autres aussi, à une théorie générale. On y parvient, de la façon la plus simple, en faisant intervenir un système de deux équations de Pfaff, dont l'intégration constitue un problème équivalent au problème de Bäcklund.

M. L.-F. **Henneguy** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. E. **Fauré-Fremiet**, intitulé *La Cinétique du développement. Multiplication cellulaire et Croissance*, dont il a écrit la *Préface*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui désigner deux de ses membres qui occuperont dans la *Commission de contrôle de la circulation monétaire* les places vacantes par le décès de M. *A. Haller* et par l'expiration des pouvoirs de M. *H. Le Chatelier*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Explosifs, poudres et gaz de combat*, par Paul Pascal. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

2° Le tome IX des *Travaux de la Station zoologique de Wimereux : Glanures biologiques*, publiées à l'occasion du Cinquantenaire de la fondation de la Station, 1874-1924. (Présenté par M. Henneguy.)

3° *Calcul des probabilités*, par Paul Lévy. (Présenté par M. J. Hadamard.)

4° Le fascicule V du *Mémorial des Sciences mathématiques : Analyse fonctionnelle*, par Paul Lévy. (Présenté par M. E. Goursat.)

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur les déformations projectives simultanées d'une congruence et de ses deux surfaces focales.* Note (¹) de M. **Paul Mentré**, présentée par M. G. Kœnigs.

I. M. Cartan a défini la déformation projective singulière d'une congruence de droites; il a montré notamment que cette déformation faisait subir aux deux surfaces focales une déformation projective du deuxième ordre (²).

Je vais étudier ces déformations simultanées en commençant par donner quelques propriétés nouvelles de la déformation singulière des congruences; je supposerai connus les importants Mémoires de M. Fubini (³) et de M. Cartan (⁴) sur la déformation projective des surfaces.

II. Les seules congruences possédant deux nappes focales distinctes et susceptibles de subir une déformation singulière sont celles qui admettent un complexe linéaire osculateur γ, au voisinage de leur droite génératrice r. Ces congruences sont donc, en général, des congruences W; sinon elles ont pour nappes focales une surface développable et une courbe, à moins que l'une des nappes focales ne soit dégénérée en une droite (congruences de Kœnigs). J'ai déjà montré [(⁵) et (⁶)] qu'une déformation singulière était toujours possible dans chacun des deux cas particuliers. Je ne m'occuperai ici que du cas général.

III. Les congruences W qui admettent une déformation singulière dépendent seulement — comme les surfaces projectivement déformables — de six fonctions arbitraires d'un argument; elles se distinguent par ce fait qu'un certain invariant différentiel du troisième ordre est nul. Je désignerai ces congruences par « W_d ».

(¹) Séance du 12 octobre 1925.

(²) E. Cartan, *C. R. du Congrès international de Strasbourg*, 1921, p. 397-406.

(³) G. Fubini, *Rendiconti del Circolo mat. di Palermo*, **41**, 1916, p. 135-162.

(⁴) E. Cartan, *Annales Éc. Norm.*, 3ᵉ série, **37**, 1920, p. 259-356.

(⁵) P. Mentré, *Sur la déformation projective singulière des congruences de Kœnigs* [*C. R. du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, Grenoble, 1925 (non paru)].

(⁶) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1385.

IV. Le complexe linéaire osculateur γ joue un rôle important dans une déformation singulière. Considérons en effet deux congruences V et v applicables l'une sur l'autre, d'une manière singulière ou non. Amenons en contact deux morceaux infiniment petits correspondants; la droite R vient alors coïncider avec la droite correspondante r tandis que le complexe linéaire Γ, osculateur à V, vient coïncider avec le complexe linéaire γ, osculateur à v. Si l'application est singulière, les complexes $\Gamma + d\Gamma$ viennent en coïncidence avec les complexes $\gamma + d\gamma$; les complexes Γ et γ dépendent donc alors du même nombre de paramètres (2, 1 ou 0); lorsque γ enveloppe un complexe pour lequel trois des quatre foyers inflexionnels définis par M. Kœnigs sont confondus, Γ jouit de la même propriété.

V. Occupons-nous du cas des surfaces focales réglées. L'application singulière respecte le caractère réglé d'une surface focale mais la correspondance ponctuelle entre deux génératrices associées de deux surfaces focales réglées correspondantes n'est jamais projective.

Les génératrices d'une nappe focale réglée d'une W_d s'appuient toujours sur deux droites fixes s_1, s_2; une telle nappe focale est donc forcément un conoïde qui peut d'ailleurs dégénérer en quadrique.

Si une seule des deux nappes focales d'une W_d est réglée, cette nappe focale est une quadrique et le complexe osculateur dépend de deux paramètres. Réciproquement *toutes les congruences* W *dont une nappe focale est une quadrique, admettent une déformation singulière.*

Si les deux nappes focales d'une W_d sont réglées, le complexe osculateur ne dépend que d'un paramètre et il contient deux droites fixes, à moins qu'il ne soit invariable. *Toutes les congruences* W *dont les deux nappes focales sont des conoïdes à directrices communes admettent une déformation singulière* (1).

VI. Cherchons dans quelles conditions il est possible d'associer à la déformation d'une surface S (supposée non développable), la déformation singulière d'une congruence dont S est nappe focale. Considérons d'abord le cas d'une surface S non réglée, admettant un réseau de déformation projective formé par les deux familles de courbes C′ et C″. *Les tangentes aux courbes* C′ (*ou* C″) *forment une congruence à complexe osculateur.*

Appliquons sur S l'une de ses déformées Σ. Chacune des deux congruences

(1) Voir l'étude d'un cas particulier dans ma Note récente (*Comptes rendus*, 179, 1924, p. 22).

relatives à Σ et précédemment définies subit une applicabilité singulière sur la congruence correspondante relative à S. Il est d'ailleurs aisé de réaliser en même temps un contact de Σ avec S et un contact (d'ordre deux) d'une congruence relative à Σ avec la congruence correspondante relative à S; il suffit pour cela de choisir convenablement l'élation arbitraire que l'on peut faire subir à Σ (1).

VII. Considérons le cas de deux surfaces S et Σ réglées, non conoïdes. Le réseau de déformation projective de S (ou Σ) se réduit à l'ensemble des droites génératrices comptées deux fois. Il n'y a pas de congruence W associée à l'applicabilité. On pouvait d'ailleurs le prévoir car d'après M. Cartan la correspondance ponctuelle entre une droite de S et une droite de Σ est toujours projective (2).

VIII. Abordons enfin le cas de deux surfaces S et Σ conoïdes. Ces surfaces admettent chacune une infinité de réseaux de déformation projective et l'on peut, d'une infinité de manières, effectuer des applications simultanées. Ce cas particulier mériterait une étude spéciale qui ne saurait trouver place dans ce résumé.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *La méthode d'adjonction du Calcul des Variations.* Note (3) de M. **André Roussel**, transmise par M. E. Goursat.

J'ai donné une méthode qui permet d'établir simplement la semi-continuité des intégrales du Calcul des Variations, certaines inégalités étant vérifiées. Mais il y a plus, de l'étude systématique de ce procédé on peut tirer une méthode autonome formant transition entre le calcul des variations classique, et la méthode directe de MM. Hilbert et Lebesgue. En voici le principe :

Pour comparer les valeurs d'une intégrale I_C, sur une courbe donnée C_0, et sur diverses courbes C, nous chercherons à adjoindre à I une intégrale curviligne I′, telle que l'on ait sur C_0 : $I_{C_0} = I'_{C_0}$, et sur toute autre courbe : $I_C \geqq I'_C$. Nous ferons alors l'étude de I′ : de toute inégalité de la forme :

---

(1) Avec les notations du Mémoire cité de M. Cartan (voir notamment pages 287 à 293) on réalise un contact simultané en faisant subir au repère associé à Σ, l'une des deux élations : $\overline{B} = B$, $\overline{B}_1 = B_1$, $\overline{B_2} = B_2$, $\overline{B}_3 = B_3 \pm \sqrt{u\varphi}B$.

(2) Voir page 333 du Mémoire cité de M. Cartan.

(3) Séance du 21 septembre 1925.

$I_C \geqq I'_{C_0} + A$, on tirera : $I_C \geqq I'_{C_0} + A$. Nous donnerons à ce procédé le nom de méthode d'adjonction.

Application aux intégrales

$$I_C = \int_a^b f(x, y_1, y_2, \ldots, y_n, y'_1, \ldots, y'_n)\, dx \qquad (b > a).$$

On peut les considérer comme prises le long d'une courbe C de l'espace à $n+1$ dimensions. Considérons alors dans un espace à $2n+1$ dimensions un système d'axes fondamentaux : $(Oy_1, \ldots, Oy_n, Oy'_1, \ldots, Oy'_n, Ou)$; et à toute valeur $\bar{x}$ de x faisons correspondre la figurative Γ qui a pour équation

$$u = f(\bar{x}, y_1, \ldots, y_n, y'_1, \ldots, y'_n).$$

Nous supposerons que Γ est toujours au-dessus de toute multiplicité linéaire tangente à n dimensions Π. Soit alors C_0 un arc d'extrémale pour I_C, je dis que l'inégalité : $I_C \geqq I_{C_0}$ a lieu pour toutes les lignes C ayant mêmes extrémités que C_0. Désignons par l'exposant zéro les quantités relatives à C_0. A chaque Γ associons le Π relatif aux valeurs : $y_1^0(x), \ldots, y_n^0(x); y_1'^0(x), \ldots, y_n'^0(x)$ de $y_1, \ldots, y_n, y'_1, \ldots, y'_n$. A I_C nous pouvons adjoindre l'intégrale I'_C obtenue en remplaçant Γ par Π. On peut scinder I'_C en $n+1$ intégrales dont la première porte sur une expression : $\varphi(x)\,dx$, où φ a une forme bien déterminée, les n autres étant

$$\int_C^0 y_i \frac{\partial f}{\partial y_i^0}\, dx + \frac{\partial f}{\partial y_i'^0}\, dy_i \qquad (i = 1, 2, \ldots n).$$

Or si l'on a

$$\frac{\partial f}{\partial y_i^0} - \frac{d}{dx}\left(\frac{\partial f}{\partial y_i'^0}\right) = 0$$

la quantité sous le signe intégral est une différentielle totale. On aura donc pour les courbes envisagées $I'_C = I'_{C_0}$, d'où le résultat énoncé.

Le même procédé permet l'étude des intégrales

$$I_C = \int_C f[x, y', \ldots, y^{(n)}]\, dx.$$

Nous considérons encore, dans l'espace à $n+1$ dimensions, la figurative

$$u = f[\bar{x}, y', \ldots, y^{(n)}]$$

et nous supposerons qu'elle tourne sa concavité vers les u positifs.

Je dis alors que si C_0 est une extrémale, C une courbe ayant les mêmes

extrémités que C_0 et présentant avec elle un contact d'ordre $n-1$ en ces points, on aura bien

$$I_C \geqq I_{C_0}.$$

En raisonnant comme plus haut, nous sommes conduits à adjoindre à I_C, une intégrale I'_C qui se décompose en deux autres : la première porte sur une expression de la forme $\varphi(x)\,dx$, l'autre est égale à

$$\int_a^b \left(\frac{\partial f}{\partial y_0^{(n)}} y^{(n)} + \ldots + \frac{\partial f}{\partial y'_0} y' + \frac{\partial f}{\partial y_0} y\right) dx.$$

Intégrons par partie le terme en $y^{(n)}$; on obtient, en remarquant que

$$dy^{(n-1)} = y^{(n)}\,dx,$$

une intégrale où ne figurent plus que des termes dont l'ordre le plus haut pour les $y^{(i)}$ est $n-1$. Intégrons encore par partie le terme en $y^{(n-1)}$... et ainsi de suite jusqu'à ce que nous obtenions une intégrale curviligne : la condition d'intégrabilité de cette dernière sera identique à l'équation d'Euler. L'analyse précédente permet, en outre, d'établir la semi-continuité inférieure de I_C : étant donné $\varepsilon > 0$ et une courbe quelconque C_0, on peut trouver un $\rho > 0$ tel que les inégalités

$$|a-c| \leqq \rho, \qquad |b-c| \leqq \rho, \qquad |y^{(i)}(c) - y_0^{(i)}(a)| \leqq \rho, \qquad |y^{(i)}(d) - y_0^{i}(b)| \leqq \rho$$
$$(i = 0, 1, 2, \ldots, n-1)$$
$$|y(x) - y_0(x)| \leqq \rho \qquad [\text{pour les } x \text{ communs à } (a, b) \text{ et à } (c, d)],$$

entraînent

$$I_C \geqq I_{C_0} - \varepsilon.$$

Ces résultats s'étendent sans peine au cas où f dépendrait de plusieurs fonctions : $y_1, y_2, \ldots, y_p$. On peut encore appliquer une méthode analogue aux intégrales doubles I_S portant sur une fonction $F(x, y, z, p, q)$. Nous considérons une figurative Γ : $u = F(\overline{x}, \overline{y}, z, p, q)$, les variables étant z, p et q et nous adjoindrons à I_S par l'intégrale double I'_S obtenue en remplaçant Γ par la multiplicité linéaire Π qui lui est tangente en $z_0(x, y)$, $p_0(x, y)$, $q_0(x, y)$, ces quantités étant relatives à une surface S_0 limitée par un contour C_0. I'_S se scinde en deux intégrales : l'une porte sur une expression : $\varphi(x, y)\,dx\,dy$ où φ a une forme donnée, et l'autre sur

$$\left(z\frac{\partial F}{\partial z_0} + p\frac{\partial F}{\partial p_0} + q\frac{\partial F}{\partial q_0}\right) dx\,dy.$$

L'application du théorème de Green à cette dernière intégrale montre

alors que si S_0 satisfait à l'équation aux dérivées partielles d'Euler, on a pour toute surface S limitée par C_0 : $I'_S = I'_{S_0}$, d'où

$$I_S \geqq I_{S_0},$$

si Γ est au-dessus de Π.

ASTRONOMIE-PHYSIQUE. — *Sur la distribution des étoiles dans les amas globulaires* M.9, M.10, M.12 *et la théorie cinétique des gaz*. Note de M. **Const. Parvulesco**, présentée par M. B. Baillaud.

1. La loi de la distribution dans les amas globulaires est invoquée dans la discussion du problème posé par Lord Kelvin, sur la similitude mécanique de deux extrémités des granulations de la matière, étoiles et molécules, étant un des rares caractères cinétiques des amas qui, avec le principe de l'équipartition de l'énergie, peuvent entrer dans la discussion.

Entre autres choses, dans le même but, nous avons déterminé à l'Observatoire de Paris la densité de trois amas, d'après des plaques prises à l'Observatoire de Lick.

Les courbes obtenues présentent les caractères suivants :

1° Elles sont très rapprochées l'une de l'autre jusque vers $0,2\,r$ $(0 < r < 1)$.

2° L'amas le plus concentré au centre (M.9), a une densité plus petite à la périphérie que les autres ; l'inverse a lieu pour M.10. Il semble que la densité périphérique diminue, à mesure que la densité centrale augmente.

3° Les courbes indiquent des densités 4000 – 6000 fois plus grandes aux centres qu'aux périphéries. Mais, ce rapport dépend beaucoup de l'estimation du rayon, donnée assez incertaine. En attribuant un rayon légèrement plus grand, la densité augmente considérablement au centre et diminue à la périphérie. Son estimation est fonction du temps de pose ; puis les régions centrales sont mal connues, à cause de leur grande densité.

2. Les premières recherches approfondies dans le but de comparer la courbe de densité observée dans un amas, à celle, théorique, d'une boule de gaz, ont été faites par les professeurs Von Zeipel et H.-C. Plummer. Du fait que ces deux courbes sont rapprochées, on a conclu une première preuve pour la similitude des deux systèmes. On a même interprété la petite différence, comme étant due au fait que les « molécules » des amas globulaires étant « polyatomiques », le rapport des « chaleurs spécifiques » des amas, est différent de celui d'une boule de gaz monoatomique.

Considérons une boule et soit $\Phi(r)$, $p(r)$ et $t(r)$, la densité, la pression

et la température de la boule, à la distance r. Au cas d'équilibre adiabatique, nous avons

$$p(r) = at(r)\Phi(r) = b\Phi^{\gamma}(r),$$

où a, b, sont des constantes et γ, le rapport des chaleurs spécifiques.

En écrivant qu'en chaque point, l'énergie cinétique est égale à l'énergie potentielle, on arrive à l'équation (1) qui exprime la densité en fonction de r

$$\frac{d^2\Phi^{\gamma-1}}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{d\Phi^{\gamma-2}}{dr} + \Phi = 0. \tag{1}$$

En dehors des recherches du professeur von Zeipel, il n'y a que deux cas pour lesquels des solutions en termes finis aient été trouvées. La première, particulière, due à Ritter, correspondant au cas $\gamma = 2$, $\Phi(r) = \frac{\sin r}{r}$. La deuxième, également particulière, due à Schuster, correspondant au cas $\gamma = 1{,}2$, $\Phi(r) = 3^{\frac{5}{2}}(3 + r^2)^{-\frac{5}{2}}$.

Par la substitution (2), l'équation (1) devient (3)

$$\Phi = x^{\frac{1}{\gamma-1}} = x^n, \tag{2}$$

$$\frac{d^2x}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{dx}{dr} + x^n = 0 \tag{3}$$

qui, pour le cas d'équilibre adiabatique $\left(\gamma = \frac{1+n}{n} = 1{,}2 \text{ où } n = 5\right)$, admet comme intégrales la famille des courbes

$$x = \left(\frac{3\alpha^2\beta}{3 + \alpha^4\beta^2r^2}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (\alpha,\ \beta \text{ constantes}).$$

Donc, l'équation (1) admet comme intégrales les courbes

$$\Phi(r) = \left(\frac{3\alpha^2\beta}{3 + \alpha^4\beta^2r^2}\right)^{\frac{5}{2}},$$

ou par la substitution $\alpha^2\beta = c$,

$$\Phi(r) = \left(\frac{3c}{3 + c^2r^2}\right)^{\frac{5}{2}}. \tag{c}$$

Ces courbes ont la même allure que celles des erreurs et c croît avec la concentration.

Les courbes observées par nous sont très rapprochées des courbes théoriques (c) correspondantes aux valeurs $C_{M.9} = 6{,}1$, $C_{M.12} = 5{,}7$, $C_{M.10} = 5$.

Mais a-t-on le droit d'en conclure d'ici une première preuve pour la similitude mécanique des deux systèmes? Surtout, a-t-on le droit de tirer des conclusions sur la constitution physique des amas, de la valeur du rapport des « chaleurs spécifiques » des amas observés? D'abord, il y a évidemment une infinité de distributions, toutes en équilibre, qui correspondent à l'équation (1) et l'on n'a pas spécifié ni à laquelle doit être comparée l'observation, ni pour quelle raison.

Or, de la relation qui existe entre la masse totale (M) de la boule et sa courbe de densité

$$M = 4\pi \int_0^r r^2 \left(\frac{3c}{3 + c^2 r^2}\right)^{\frac{5}{2}} dr = 4\pi c^2 \sqrt{3c}\, \frac{r^3}{(3 + c^2 r^2)^{\frac{3}{2}}},$$

il en résulte que la courbe de densité (c), dans une boule de gaz en équilibre adiabatique, est fonction de sa masse totale (M), ainsi que de son rayon (r) ou de sa densité moyenne (δ), c'est-à-dire

$$c = f(M, \gamma) = \varphi(M, \delta).$$

Deux boules de gaz en équilibre adiabatique, généralement, ont des courbes de distributions différentes, si elles n'ont pas les mêmes masses ou densités moyennes.

Pour pouvoir donc comparer utilement la distribution dans une boule, à celle d'un amas, il faut considérer une boule de masse égale à l'amas, une nébuleuse sphérique par exemple.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la période de décroissance du Radium E.* Note de M. **Georges Fournier**, présentée par M. Jean Perrin.

Ayant eu l'occasion de préparer des sources de RaE en vue d'étudier leur rayonnement, nous avons également étudié leur décroissance en fonction du temps, afin de connaître la quantité résiduelle de RaD contenue dans ces préparations.

La valeur trouvée dans ces expériences pour la période de décroissance du RaE étant la même que la valeur donnée par Thaller [1] et générale-

---

[1] Thaller, *Wien. Ber.*, 121, 1912, p. 1611.

ment admise, nous avions jugé inutile de la publier. Cependant de nouvelles déterminations ont été faites par M. Bastings [1], aboutissant à une valeur de la période très sensiblement différente : $4,98_5$ au lieu de 4,85. En raison de cet écart, il nous semble utile de dire aujourd'hui que nos résultats confirment au contraire l'ancienne valeur de Thaller.

Voici quelques renseignements sur la façon dont la constante a été déterminée :

Le RaE était préparé à partir de plomb contenant un mélange de RaD + E. L'insolubilité du nitrate de plomb dans l'acide nitrique concentré permet d'obtenir d'une part des cristaux de plomb-RaD, d'autre part une liqueur nitrique considérablement enrichie en RaE. Cette liqueur est évaporée; le résidu, repris par l'eau, est mis au contact avec de petits disques de nickel sur lesquels il laisse déposer la majeure partie de son RaE. La source (*a*) était constituée par l'un de ces disques de nickel. Sur d'autres disques le dépôt était repris par l'acide chlorhydrique, additionné d'aluminium, puis précipité par l'ammoniaque, afin de substituer l'aluminium au nickel comme support du RaE. Une partie du précipité, recueillie sur le filtre, constituait la source (*b*). Enfin la source (*c*) était le filtre lui-même.

Les mesures d'intensité étaient faites à l'aide d'une chambre d'ionisation non étanche, dite « chambre à rayons pénétrants », reliée à un système électromètre-quartz piézo-électrique, donnant par conséquent une mesure absolue de l'intensité. Le rayonnement parcourait 25^{cm} dans l'air avant d'atteindre la feuille d'aluminium de $\frac{2}{100}$ de millimètre qui fermait la chambre d'ionisation.

Afin d'évaluer la correction due aux variations de pression et de température, nous avons mesuré régulièrement un étalon de RaD + E dans les mêmes conditions que les sources de RaE.

Les mesures, effectuées dans de bonnes conditions de fonctionnement du quartz piézo-électrique, ont porté sur un assez grand nombre de périodes : 5 ou 6 pour les sources (*a*) et (*c*), près de 9 pour la source (*b*). Après quoi on a laissé passer deux mois avant d'évaluer par plusieurs mesures espacées d'une semaine, la valeur résiduelle de chacune des sources due aux traces de RaD. Cette intensité résiduelle ayant été retranchée de chaque valeur trouvée pour l'intensité, on obtient finalement, en passant aux logarithmes, les droites de décroissance qui permettent d'évaluer la période.

---

(1) L. Bastings, *Phil. Mag.*, 48, 1924, p. 1075.

Les deux droites correspondant aux sources (*a*) et (*c*) fournissent une période de 4,86 jours, la droite relative à la source (*b*), 4,84 jours; nombres qui nous conduisent à admettre, avec Thaller, la valeur 4,85 jours pour la période de décroissance du Ra E.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur une méthode permettant de suivre, au moyen des spectres de rayons X, la marche de certaines réactions chimiques (Oxydation des acides gras non saturés).* Note de M. **Jean-Jacques Trillat**, présentée par M. M. de Broglie.

J'ai montré ([1]) qu'il était possible d'obtenir, au moyen des rayons X, des spectres remarquablement intenses, en attaquant des lames métalliques planes par une très faible quantité des différents acides gras saturés, et en opérant ensuite par la méthode du cristal tournant. Ces spectres caractérisent les acides gras saturés par la distance réticulaire de leurs sels métalliques, et donnent des renseignements sur l'affinité de l'acide pour le métal; ils ont permis en outre de mesurer pour la première fois des espaces réticulaires considérables allant jusqu'à 92 Å et dépassant de beaucoup tous ceux qui avaient été mesurés jusqu'à ce jour.

J'ai songé à utiliser ce résultat pour suivre, par voie spectrographique, l'oxydation des acides gras non saturés; on sait en effet que ces acides sont susceptibles de fixer l'oxygène, par un mécanisme encore peu connu, sur leurs doubles liaisons. C'est à un phénomène de ce genre, accompagné de polymérisation, qu'est dû l'épaississement des peintures siccatives et leur transformation de composés liquides en produits solides et élastiques.

Dans ce but, une petite quantité de ces acides a été déposée sur une lame de plomb, et la couche d'attaque formée a été spectrographiée en fonction du temps. Le sel de plomb qui se forme catalyse l'oxydation par l'air; c'est une propriété analogue qui est utilisée pour hâter la prise des peintures à l'huile de lin.

Les essais ont porté sur les acides oléique, linoléique et linolénique qui, pour le même nombre d'atomes de carbone (18), possèdent respectivement une, deux et trois doubles liaisons.

([1]) *Étude des acides gras et des diacides au moyen des rayons X* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1329); *Étude de savons et de graisses au moyen des rayons X* (*Ibid.*, p. 1838).

1. *Acide oléique* (une double liaison). — Une première pose, prise immédiatement, montre un spectre intense correspondant à une distance réticulaire $d_1 = 29,8$ Å. Après quelques heures apparaît un deuxième spectre $d_2 = 37,5$ Å; la couche présente alors un épaississement notable. Au bout d'une quarantaine d'heures, la préparation a pris l'aspect d'un film élastique et ne fournit plus aucun spectre.

Le premier de ces spectres a été attribué à la formation (en couches parallèles) de l'oléate de plomb, et le deuxième, au même composé ayant fixé 1^{mol} d'oxygène sur sa double liaison. Ces deux spectres en effet ne dérivent pas l'un de l'autre par un déplacement continu en fonction du temps et sont absolument les seuls que l'on puisse observer.

La fixation de la molécule d'oxygène se fait donc avec un allongement de la molécule d'oléate, de l'ordre de 7 Å. A partir de ce moment, la molécule devenue moins stable par suite de son allongement, se brise (probablement à l'endroit où a porté l'oxydation), et se polymérise alors en donnant naissance à des composés complexes où la longue chaîne a disparu, et par suite aussi la structure stratifiée.

2. *Acide linoléique* (deux doubles liaisons). — Le premier spectre ($d_1 = 37,1$ Å) apparaît immédiatement, surtout après un léger chauffage. Après 2 ou 3 heures, un deuxième spectre ($d_2 = 49,2$ Å) apparaît, également après léger chauffage. Enfin, au bout d'un temps assez long et d'ailleurs variable, la couche devient brillante, adhérente et élastique, et le résultat de la radiographie est complètement négatif.

Le premier stade correspond ici à la formation du linoléate de plomb. Puisqu'on n'obtient ensuite qu'un seul spectre, c'est que les deux doubles liaisons fixent simultanément 1^{mol} d'oxygène; il manque alors le stade intermédiaire. La différence entre les distances réticulaires est de 12,1 Å, ce qui fait 6,05 Å par molécule d'oxygène fixée. Le troisième stade, qui vient ensuite, est celui de la polymérisation.

3. *Acide linolénique* (trois doubles liaisons). — Une pose, prise immédiatement, donne un double spectre, dont les raies correspondent aux distances réticulaires $d_1 = 21,2$ Å et $d_2 = 28$ Å. Au bout de 1 heure environ, surtout après léger chauffage, apparaît un troisième spectre à raies très floues ($d_3 = 34,4$ Å) et peu intenses. Puis la couche devient rapidement élastique et les clichés ne montrent plus rien.

L'oxydation de l'acide linolénique est donc très rapide dans les condi-

tions de l'expérience, et les diverses étapes deviennent de plus en plus difficiles à séparer. Il est donc naturel d'admettre ici qu'on n'obtient pas le spectre de linolénate de plomb non oxydé, mais seulement ceux des composés d'oxydation.

La première distance réticulaire ($d_1 = 21,2$ Å) correspond alors à la fixation de 1^mol d'oxygène sur une double liaison; la deuxième ($d_2 = 28$ Å), à la fixation d'une seconde molécule, ces deux oxydations se faisant à peu près simultanément. La polymérisation commence dès ce moment, la molécule s'étant déjà considérablement allongée et étant par suite devenue instable; c'est ce qui explique la difficulté que l'on éprouve à obtenir le spectre de troisième oxydation, ainsi que l'aspect flou des raies de ce dernier.

L'augmentation de la longueur moléculaire par fixation de 1^mol d'oxygène est ici respectivement de 6,8 Å et 6,4 Å.

Conclusion. — Cette méthode permet donc de mettre en évidence les étapes de l'oxydation des acides gras non saturés. Elle montre que cette oxydation se fait par additions successives d'une même quantité d'oxygène et s'accompagne d'un allongement moléculaire à peu près constant (de l'ordre de 6 à 7 Å) rendant l'édifice instable et en provoquant par suite la polymérisation. Elle constitue enfin le premier exemple de réactions étudiées directement par le spectrographie X, en matérialisant sur des clichés la marche *in situ* des transformations moléculaires, et pourra sans doute dans l'avenir permettre de suivre et de photographier un certain nombre de transformations chimiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le comportement du benzène en présence de solutions aqueuses : l'absorption ultraviolette en fonction du* P_H. Note (1) de M. **Fred Vlès** et Mlle **Madeleine Gex**, présentée par M. Perrin.

Dans un travail antérieur relatif au spectre d'absorption de l'acide benzoïque (2) en fonction du P_H de ses solutions, nous avions supposé, à titre d'hypothèse, que le noyau benzénique était susceptible d'être touché pour certaines valeurs du P_H. Nous avons tenté, à titre de complément, d'étudier le comportement du benzène lui-même dissous dans l'eau, en fonction

(1) Séance du 5 octobre 1925.
(2) F. Vlès et M. Gex, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1342.

du P_H; l'expérience a montré que dans ces conditions les propriétés du benzène sont loin d'être indépendantes du P_H de la solution, et que ce corps doit vraisemblablement être sensible aux équilibres de dissociation électrolytique du milieu.

Nous avons examiné l'absorption ultraviolette de solutions benzéniques aqueuses, et principalement le rapport φ d'absorptions (¹) de deux longueurs d'ondes différentes.

Mis en contact avec le solvant aqueux, en quantité inférieure à la limite de solubilité (0,072 pour 100, Hertz), le benzène subit dans les divers P_H une variation complexe que traduisent les propriétés optiques, et dans laquelle jouent vraisemblablement *au début* des phénomènes physiques : changement de dispersion de la phase non dissoute qui réalise parfois un milieu trouble initial, mise en équilibre par dilution, diffusion, et même évaporation (dans l'atmosphère résiduelle du flacon); les solutions évoluant en flacons complètement pleins et soigneusement bouchés présentent, vers une trentaine d'heures à la température d'environ 20°, un amortissement des variations qui rend celles-ci à peu près négligeables. Quoi qu'il en soit, les rapports φ en fonction du P_H doivent être étudiés et comparés à des temps d'évolution constants.

Dans 100^{cm^3} de solutions de P_H divers d'HCl ou NaOH dans l'eau distillée, on ajoute à la microburette $0^{cm^3},05$ de benzène pur (²). Le flacon est bouché à l'émeri, et agité pour disperser le benzène dans le solvant; au bout de 20 minutes environ le liquide est partagé dans des flacons complètement remplis et soigneusement bouchés. Les flacons des divers P_H évoluent parallèlement dans les mêmes conditions et sont ouverts à des temps correspondants, immédiatement avant la prise du spectrophotogramme. Le liquide non utilisé pour le spectre a son P_H mesuré à l'électrode d'H. La technique spectrale est celle décrite antérieurement (³); la cuve employée a 1^{cm} d'épaisseur; le temps total d'exposition aux rayons ultraviolets est de l'ordre de 33 secondes, le temps total d'exposition à l'air dans la cuve débouchée étant de 3 minutes. Environ 400 clichés (comprenant chacun 22 spectres) de solutions de benzène ont été faits, dont 170 relatifs à l'évolution en fonction du temps.

Résultats. — Les rapports des absorptions présentent des variations

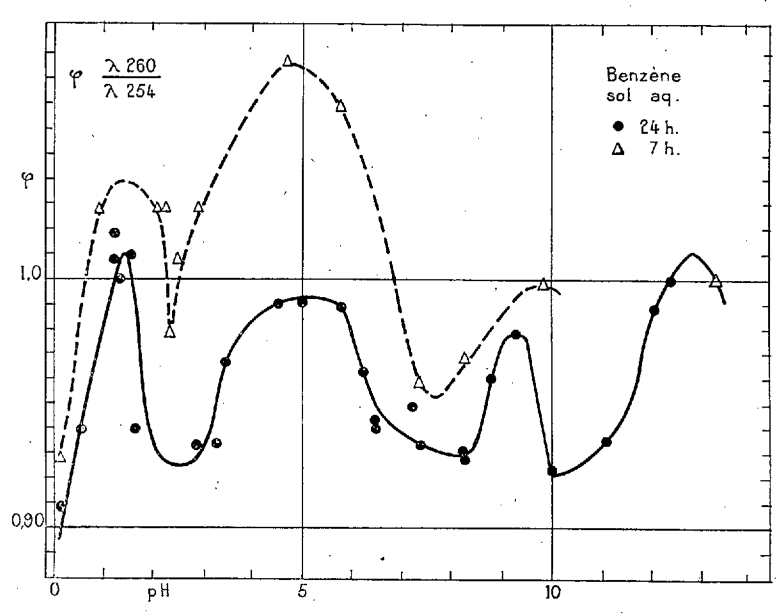
---

(¹) F. Vlès, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 584; *Bull. Soc. chim.*, **37**, 1925, p. 558.

(²) Nous avons utilisé divers échantillons de benzène : 1° un benzène pur pour cryoscopie, que nous avons redistillé; 2° un échantillon de benzène (fraction 78°,7 pour 716^{mm} de Hg, redistillée; deux cristallisations fractionnées; sur 2^l traités, on n'a extrait que 500^{cm^3}).

(³) F. Vlès et M. Gex, *Les matières grasses*, n° **203**, 15 mars 1925, p. 7107. — F. Vlès *Arch. Phys. biol.*, **4**, n° 3, 1925, p. 210.

sinueuses en fonctions du P_H, qui paraissent d'un type analogue aux anomalies que nous avions vues dans les indicateurs et dans les acides organiques examinés par voie ultraviolette. Les sinuosités, pour les divers rapports, paraissent correspondre à des P_H critiques du même ordre; en particulier le rapport $\varphi = \frac{[\lambda\, 260^{m\mu}]}{[\lambda\, 254^{m\mu}]}$ que nous donnons comme exemple présente des maxima vers P_H 1,2; 5; 9,5; 13 : la figure représente les valeurs des rapports [λ 260]:[λ 254] relatifs à deux séries d'expériences, l'une correspondant à une évolution de 24 heures en flacons entièrement pleins dans les conditions décrites plus haut, l'autre pour une évolution de 7 heures, par conséquent non encore terminée, effectuée dans des flacons incomplètement pleins. L'allure des courbes est analogue.



Spectre ultraviolet du benzène en solutions aqueuses de divers P_H.
Rapport d'absorptions $\varphi = \frac{[\lambda\, 260]}{[\lambda\, 254]}$ en fonction du P_H. Évolutions de 7 et 24 heures.

Conclusions. — L'interprétation des courbes sinueuses du benzène en solutions aqueuses pourrait être cherchée *a priori* dans des directions très diverses : par exemple on pourrait penser à une différence d'évolution de l'état physique du milieu trouble initial et à des différences de vitesse de dissolution, dont le total introduirait des inégalités d'absorption; ou bien, d'un point de vue chimique, à une entrée en réaction du corps dispersé avec

les éléments de la solution périphérique, créant des apparitions de molécules dissoutes de constantes d'absorption inégales; ou bien encore, d'un point de vue physique, à une variation, autour des molécules benzéniques, du champ moléculaire qui agirait sur les bandes d'absorption à la manière d'un effet Stark (Henri), et qui doit être lié au P_H de la solution. Il faut remarquer d'ailleurs que les trois types d'hypothèses reviennent au même en ce qu'on est pour le moment obligé dans les unes comme dans les autres de considérer que *la molécule de benzène n'est pas inerte vis-à-vis des ions* H^+ *de la solution, et par conséquent des équilibres électrolytiques de celle-ci.*

CHIMIE PHYSIQUE. — *Points de transformation magnétique dans le système sesquioxyde de fer-magnésie.* Note de MM. **H. Forestier** et **G. Chaudron**, présentée par M. H. Le Chatelier.

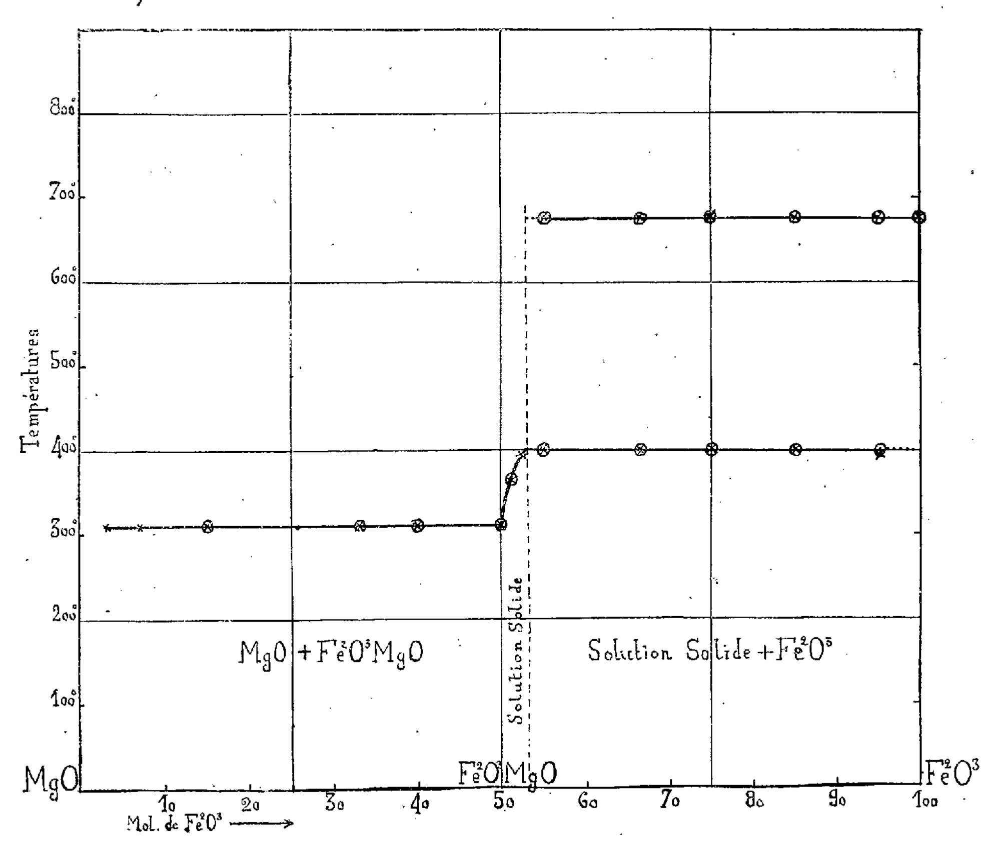
Nous avons précédemment déterminé [1], par l'analyse thermique dilatométrique, la variation de la température de transformation magnétique du sesquioxyde de fer quand celui-ci entre en solution solide dans l'alumine ou le sesquioxyde de chrome. Nous étudions ici le système sesquioxyde de fer-magnésie où l'on rencontre un composé défini fortement ferro-magnétique. Comme dans notre premier travail, nous nous sommes servis du dilatomètre différentiel Chevenard; nous avons aussi étudié, sur les mêmes échantillons, la chute du magnétisme en fonction de la température au moyen d'un appareil analogue à celui employé par Curie dans son étude classique sur la magnétite.

Les mélanges de sesquioxyde de fer et de magnésie ont été préparés en traitant par la soude une solution contenant les deux chlorures en proportions connues. Après lavage et dessiccation, le précipité n'est pas attirable à l'aimant, mais il le devient rapidement après un recuit au-dessus de 400°; le chauffage est prolongé pendant plusieurs heures jusqu'à ce que les essais dilatométriques et magnétiques donnent des valeurs constantes.

Nos expériences sur les divers mélanges sont résumées dans un diagramme où nous avons indiqué par des croix les températures des anomalies magnétiques et par des cercles les températures des anomalies dilatométriques. Quand la concentration en Fe^2O^3 croît de 2 à 50 pour 100, la

(1) H. Forestier et G. Chaudron, *Points de transformation des solutions solides d'alumine ou de sesquioxyde de chrome dans le sesquioxyde de fer* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1264).

température de transformation reste constante et égale à 310°; de 50 à 56 pour 100, elle s'élève jusqu'à 400°, à partir de cette concentration elle ne varie pas jusqu'au voisinage de Fe^2O^3 pur; nous trouvons en outre, dans cette partie du diagramme, le point de transformation du sesquioxyde de fer à 675°.



Ce diagramme met en évidence l'existence du ferrite de magnésie Fe^2O^3MgO; de 0 à 50 pour 100 de Fe^2O^3, le ferrite est libre en présence de MgO en excès, puis il dissout du sesquioxyde de fer, enfin la solution solide limite est en présence d'un excès de sesquioxyde de fer. Le ferrite de magnésie est un corps stable au-dessous de son point de fusion vers 1700°. Nous avons eu l'occasion à ce sujet d'observer que les briques réfractaires en magnésie de Styrie, renfermant de 4 à 6 pour 100 de sesquioxyde de fer, présentent un point de transformation magnétique à 310°; le ferrite existe donc à l'état libre dans ce produit industriel préparé à haute température.

Nous avons obtenu par la même méthode des ferrites de nickel, de chaux et de cadmium, attirables à l'aimant. Le point de transformation magnétique du ferrite de nickel est à 590°; ce corps est stable à haute température. Si l'on chauffe le ferrite de chaux au-dessus de 700° et celui de cadmium au-dessus de 400°, ils cessent d'être magnétiques, et cela d'une manière irréversible.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de quelques colloïdes stables sur la floculation de sols et de suspensions.* Note de M. A. **Boutaric** et Mlle G. **Perreau**, présentée par M. Daniel Berthelot.

1. On sait qu'un certain nombre de colloïdes stables tels que la gomme arabique, l'amidon, la gélatine, l'albumine, exercent un effet protecteur très marqué dans la floculation de sols instables, notamment les sols métalliques. Nous avons étudié l'action de ces colloïdes sur des sols ou des suspensions dont les granules sont, comme ceux des métaux, électrisés négativement. Les effets observés sont très complexes. Dans la majorité des cas, l'addition de faibles quantités de colloïde stable rend le sol plus sensible à l'action des électrolytes; si l'on augmente la quantité de colloïde introduit, l'accroissement d'instabilité qu'il provoque dans le sol s'atténue et finit par s'annuler; des quantités plus fortes exercent ensuite une action protectrice de plus en plus nette; toutefois des doses massives peuvent déterminer la floculation du sol. Pour des quantités croissantes de colloïde à partir de zéro, on peut donc observer successivement: 1° un accroissement de sensibilité du sol aux électrolytes; 2° un effet protecteur vis-à-vis des mêmes électrolytes; 3° une coagulation en l'absence de tout électrolyte.

2. A titre d'exemple, indiquons les résultats relatifs à l'influence de la gomme arabique sur la floculation des sols de sulfure d'arsenic par KCl. Désignons respectivement par α et β les doses limites de KCl nécessaires pour provoquer la floculation en l'absence et en présence de gomme arabique. L'influence de la gomme arabique peut être évaluée par l'expression $\frac{\beta-\alpha}{\alpha}$. Les expériences ont été faites sur un sol de sulfure d'arsenic renfermant 1^g,55 de As^2S^3 par litre, auquel on ajoutait à volumes égaux une solution de KCl. Le tableau suivant donne la variation de $\frac{\beta-\alpha}{\alpha}$ avec la quantité q de gomme arabique présente dans 100^cm³ du sol.

q.	$\frac{\beta-\alpha}{\alpha}$.
mg 1,087	— 0,1
2,174	— 0,2
5,435	— 0,4
10,87	— 0,5
16,31	— 0,15
19,03	0
21,75	0,2
32,62	2
54,38	10

Les valeurs négatives de $\frac{\beta-\alpha}{\alpha}$ indiquent qu'en présence de gomme arabique, la dose limite de KCl nécessaire pour provoquer la floculation est plus petite qu'en l'absence de gomme. Des quantités croissantes de gomme exercent donc un effet accélérateur qui va en s'atténuant, s'annule quand la quantité de gomme est voisine de 19^{mg} pour 100^{cm^3} du sol, puis se transforme en un effet protecteur de plus en plus net.

3. La méthode précédente étant d'une application laborieuse, nous nous sommes contentés, dans la plupart des cas, d'étudier l'influence qu'exerce le corps ajouté sur la durée de floculation pour une dose donnée d'électrolyte.

Influence de la gomme arabique et de la dextrine. — Pour la gomme-gutte et la résine-mastic, des quantités croissantes de gomme arabique ou de dextrine exercent une action protectrice de plus en plus nette. Pour le sulfure d'arsenic, les résultats observés diffèrent suivant la nature de l'électrolyte floculant : vis-à-vis de HCl et KCl, des quantités croissantes de gomme ou de dextrine exercent d'abord une action accélératrice qui augmente, passe par un maximum, s'annule, puis se transforme en une action protectrice de plus en plus nette; vis-à-vis de $BaCl^2$ et $AlCl^3$, des quantités croissantes de gomme ou de dextrine exercent une action protectrice de plus en plus nette.

Influence de la gélatine. — Dans la plupart des cas, des quantités croissantes de gélatine iso-électrique ($P_H = 4,7$) entraînent une action accélératrice qui augmente, passe par un maximum, s'atténue, s'annule et se transforme en une action protectrice de plus en plus nette; des doses plus fortes font floculer le sol ou la suspension en l'absence de tout électrolyte; des doses encore plus fortes ne déterminent plus cette floculation et pro-

tègent à nouveau le sol vis-à-vis de l'électrolyte. L'acidité de la gélatine n'exerce qu'une influence assez faible sur les effets observés.

Influence de l'albumine et de la caséine. — Pour la gomme-gutte et la résine-mastic des quantités croissantes d'albumine ou de caséine entraînent une action accélératrice qui augmente, passe par un maximum, s'atténue, s'annule, et se transforme en une action protectrice de plus en plus nette. Des doses plus fortes font floculer la suspension en l'absence de tout électrolyte. Pour le sulfure d'arsenic, on observe une accélération qui croît avec la quantité d'albumine ou de caséine ajoutée; à partir d'une certaine dose, l'albumine et la caséine, sans l'addition d'aucun électrolyte, déterminent la floculation du sol.

Influence de l'amidon. — Dans tous les cas, des quantités croissantes exercent une action accélatrice de plus en plus nette.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Spectres de masse de quelques éléments légers.* Note (¹) de M. **J.-L. Costa**, présentée par M. Jean Perrin.

De nouveaux spectres obtenus par la méthode déjà décrite (²) nous ont donné les résultats suivants :

Hydrogène. — Aston a montré que l'hydrogène était un élément simple et a trouvé la valeur $1,007 \pm 0,001$ pour sa masse atomique. Notre appareil, plus précis, nous a donné la valeur 1,0074 pour l'ion positif, soit $1,0079 \pm 0,0003$ pour l'atome neutre. L'accord avec la valeur chimique 1,0077 est excellent.

Lithium 6. — L'ensemble des comparaisons faites entre l'hélium et l'isotope léger du lithium conduit pour ce dernier à la masse atomique $6,009 \pm 0,0015$.

Lithium 7. — Les atomes d'azote doublement ionisés et les atomes de lithium 7 simplement ionisés ont presque exactement le même rapport de la charge à la masse, et les raies correspondantes se superposent si leurs émissions sont simultanées. Pour les comparer il est donc nécessaire de les émettre successivement, et il suffit alors de conserver les mêmes champs, en ajoutant et retranchant simplement dans un des cas un potentiel donnant

(¹) Séance du 5 octobre 1925.
(²) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1661.

l'encadrement. Il est facile d'émettre les rayons du lithium sans azote dans l'appareil; pour éviter ensuite les rayons de lithium pendant l'émission de ceux de l'azote, on faisait tourner l'anode qui était montée sur un rodage excentré, de façon que le pinceau étroit de rayons anodiques ne vienne plus passer par le canal percé dans la cathode. La comparaison faite dans ces conditions donne pour la masse atomique du lithium 7 la valeur $7,012 \pm 0,003$, en admettant pour l'azote la valeur physico-chimique 14,008. (Les spectres obtenus sont un peu moins nets que dans les cas précédents).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le mouvement brownien de rotation.* Note de M. **Francis Perrin**, présentée par M. Jean Perrin.

Considérons une petite sphère solide de rayon r immergée librement dans un liquide de viscosité η. Désignons par $f(\omega, t)\, d\Omega$ la probabilité pour que, par suite du mouvement brownien de rotation, la direction d'un certain rayon de cette sphère se trouve au bout d'un temps t dans un angle solide infiniment petit $d\Omega$ faisant avec sa direction initiale un angle ω. On a

$$\iint f(\omega, t)\, d\Omega = 2\pi \int_0^\pi f(\omega, t) \sin\omega\, d\omega = 1. \tag{1}$$

Le point M où une parallèle au rayon considéré menée par le centre d'une sphère fixe de rayon 1 rencontre cette sphère, se déplace à sa surface d'une façon parfaitement irrégulière, et Einstein a établi que le carré moyen de son déplacement suivant une direction, pendant un temps Δt suffisamment petit pour que le point M reste sur une région de la sphère que l'on puisse confondre avec son plan tangent, a pour valeur

$$\overline{\alpha^2} = \left(\frac{RT}{N} \frac{1}{4\pi r^3 \eta}\right) \Delta t. \tag{2}$$

La fonction $f(\omega, t)$, que nous avons introduite pour étudier les rotations subies par la particule sphérique au bout d'un temps quelconque, doit par suite satisfaire à l'équation de la diffusion à la surface d'une sphère, c'est-à-dire, comme on le voit facilement, à l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 f}{\partial \omega^2} + \frac{\cos\omega}{\sin\omega} \frac{\partial f}{\partial \omega} = \frac{1}{\mathcal{R}} \frac{\partial f}{\partial t}, \tag{3}$$

le coefficient $\mathcal{R}$ étant égal à la moitié de celui de Δt dans l'équation (2).

La condition (3) permet de calculer, sans qu'il soit nécessaire de connaître explicitement la fonction $f(\omega, t)$, la valeur moyenne au temps t du carré du sinus de l'angle d'écart ω. En effet, désignons par $I(t)$ cette fonction du temps

$$(4) \qquad I(t) = \overline{\sin^2\omega} = 2\pi\int_0^\pi \sin^2\omega\, f(\omega, t) \sin\omega\, d\omega.$$

En dérivant sous le signe d'intégration on obtient

$$I'(t) = 2\pi\int_0^\pi \sin^2\omega \frac{\partial f}{\partial t} \sin\omega\, d\omega.$$

Or l'équation (3) peut s'écrire

$$\sin\omega \frac{\partial f}{\partial t} = \mathcal{R} \frac{\partial}{\partial\omega}\left(\sin\omega \frac{\partial f}{\partial\omega}\right),$$

donc

$$I'(t) = 2\pi\mathcal{R}\int_0^\pi \sin^2\omega \frac{\partial}{\partial\omega}\left(\sin\omega \frac{\partial f}{\partial\omega}\right) d\omega,$$

d'où, en intégrant deux fois par parties,

$$I'(t) = 4\mathcal{R}\, 2\pi\int_0^\pi f(\omega, t) \sin\omega\, d\omega - 6\mathcal{R}\, 2\pi\int_0^\pi \sin^2\omega\, f(\omega, t) \sin\omega\, d\omega,$$

c'est-à-dire, d'après les relations (1) et (4),

$$I'(t) = 4\mathcal{R} - 6\mathcal{R}\, I(t).$$

L'intégration de cette équation différentielle donne

$$I(t) = Ce^{-6\mathcal{R}t} + \frac{2}{3},$$

et, comme $I(0) = 0$, on a finalement

$$(5) \qquad \overline{\sin^2\omega} = \frac{2}{3}(1 - e^{-6\mathcal{R}t}), \qquad \left(\mathcal{R} = \frac{1}{2}\frac{RT}{N}\frac{1}{4\pi r^3\eta}\right).$$

Cette formule est l'analogue de celle qui donne le carré moyen du déplacement dans le cas du mouvement brownien de translation.

Pour étudier plus complètement le mouvement brownien de rotation, il faut considérer, non pas seulement une direction, mais un trièdre lié à la particule sphérique. Soient α_{ik} ($i, k = 1, 2, 3$) les neuf cosinus qui déterminent la position d'un tel trièdre à l'instant t par rapport à sa position ini-

tiale. En tenant compte des relations qui existent entre ces quantités et des conditions de symétrie, on déduit immédiatement de la formule (5) que l'on a

$$(6) \quad \begin{cases} \overline{\alpha_{ii}^2} = \frac{1}{3}(1 + 2e^{-6\mathfrak{R}t}), \qquad \overline{\alpha_{ik}^2} = \frac{1}{3}(1 - e^{-6\mathfrak{R}t}) \qquad (i \neq k), \\ \overline{\alpha_{ik}\,\alpha_{jk}} = 0 \qquad (i \neq j). \end{cases}$$

Ces formules, appliquées aux grosses molécules des corps fluorescents, permettent de calculer l'influence de la viscosité du solvant sur la polarisation de la lumière qu'ils émettent.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Action du vide et de la chaleur sur les nitrates de bismuth neutre et basiques. Dosage de l'eau de constitution et de l'acide azotique dans ces sels.* Note [1] de M. **Picon**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans les analyses publiées sur les nitrates de bismuth, de nombreux auteurs ont admis à tort que les sels basiques sont déshydratés à l'étuve à 110°. Ces sels ne peuvent cependant être rendus anhydres sans perdre en même temps des proportions notables d'acide azotique; d'après les idées déjà exprimées par Graham en 1836, ces faits indiquent l'existence d'eau de constitution dans ces composés.

On peut, en effet, constater que le séjour dans une étuve à 112° laisse persister dans le sous-nitrate, même après 7 jours, 2,5 pour 100 d'eau, quantité que l'on peut doser par le procédé employé par Heintz en 1848 et utilisant la décomposition par la chaleur en présence du cuivre et absorption de l'eau libérée par un desséchant.

La détermination de l'eau de constitution a été réalisée par un dispositif expérimental simple et permettant de retirer du sel la totalité de l'eau ayant une tension de vapeur. On emploie un tube en T assez large, mais de capacité aussi réduite que possible et fermé à deux de ses extrémités. Dans les deux branches ainsi obturées, l'on place d'une part le sel à dessécher, et d'autre part de l'anhydride phosphorique. On soude sur la canalisation de verre d'une trompe à mercure et l'on prépare un étranglement permettant de sceller à la flamme le tube lorsque le vide est obtenu.

Avec le nitrate neutre, il est nécessaire pour arriver à un bon vide de

(1) Séance du 12 octobre 1925.

refroidir l'extrémité contenant le sel à $-80°$. Le volume de l'appareil étant aussi réduit que possible, le sel ne perd dans le vide qu'une quantité très faible d'acide azotique inférieure à l'erreur possible des résultats analytiques.

Après un nombre suffisant de jours les tubes sont ouverts et l'on procède à l'analyse des produits déshydratés.

Le dosage de l'acide azotique a été effectué par la méthode de Dumas, mais nous avons également utilisé un procédé volumétrique.

Les analyses de ce dernier type qui ont été proposées jusqu'à présent ne fournissent de résultats satisfaisants que pour les nitrates neutres; mais lorsqu'il s'agit de sels basiques, l'emploi qui a été fait de la baryte ou de la soude, ou de solution d'acide oxalique en présence de sulfate de manganèse ou de vanadium ne conduisent qu'à des chiffres trop faibles. C'est qu'en effet, les sels basiques restent insolubles dans ces réactifs et peuvent même former d'autres sels insolubles tels que les oxalates. Dans tous les cas, la réaction est incomplète et le chiffre obtenu insuffisant.

Par contre, l'ancienne méthode de dosage volumétrique des azotates par les sels ferreux permet d'obtenir des résultats sensiblement exacts.

Le nitrate neutre placé dans le vide sec fournit un hydrate déjà isolé par Rutten en 1902, mais cet auteur n'avait pas signalé l'état de l'eau dans ce sel. On obtient le composé $(AzO^3)^6Bi^2.(H^2O)^3$ (trouvé Az^2O^5 : 38,34 et 38,10; Bi^2O^3 : 55,20 et 54,9; H^2O : 6,46 et 6,86; $\frac{Az^2O^5}{Bi^2O^3}$: 1,431. Les chiffres théoriques sont : 38,48; 55,10; 6,41 et 1,43). Ce sel conserve son eau même après un séjour de 6 mois dans le vide sec. L'eau qu'il contient ne possède donc plus de tension de vapeur appréciable.

Le sous-nitrate cristallisé ayant pour formule $AzO^3Bi(OH)^2$ donne le composé $12AzO^3BiO.5H^2O$ (trouvé 18,35; 79; 2,56 et 4,32 pour 100 au lieu de 18,39; 79,04; 2,56 et 4,29).

Un autre sous-nitrate également cristallisé ayant pour formule

$$18(AzO^3BiO)Bi^2O^3.7H^2O$$

donne dans le vide sec le composé $18AzO^3BiO.Bi^2O^3.6H^2O$ (trouvé 16,98; 81,11; 1,89 et 4,78 pour 100 au lieu de 16,99; 81,11; 1,89 et 4,77).

Un sel encore plus basique, cristallisé, ayant pour formule

$$10(AzO^3BiO)Bi^2O^3.8H^2O$$

donne le composé $10AzO^3BiO.Bi^2O^3.4H^2O$ (trouvé 15,81; 82,10; 2,13 et 5,14 pour 100 au lieu de 15,90; 81,98; 2,12 et 5,15).

Les mêmes sels que ceux employés pour les expériences précédentes, sauf le sel neutre qui perd trop d'acide à l'étuve, ont été portés à 100° et les pertes de poids après 10 jours ont été respectivement de 3,64; 0,50 et 2,85 pour 100 pour des sels contenant auparavant 6; 2,45 et 4,87 pour 100 d'eau; il en reste donc approximativement 2,4; 2 et 2 pour 100, ce qui correspond sensiblement aux formules des corps obtenus dans le vide sec à froid. Enfin, le nitrate neutre desséché par l'anhydride phosphorique ne perd toute l'eau qu'il contient que vers 150° en se décomposant profondément.

Le nitrate neutre anhydre a été signalé par Naumann en 1904, mais aucune analyse n'ayant été fournie par l'auteur, on ne peut considérer qu'il a été réellement isolé. Son existence paraît cependant probable et ne serait nullement en contradiction avec la présence, que nous venons de démontrer, d'eau de constitution dans ces nitrates basiques et même le nitrate neutre. Cette dernière propriété permet de comprendre la facilité avec laquelle ces composés se dissocient en présence d'eau.

En ce qui concerne l'action de la chaleur sur les mêmes sels, on ne peut arriver que difficilement à une action complète, les transformations étant toujours très lentes. Le vide de la trompe à mercure ne peut être utilisé même lorsqu'on intercale dans l'appareil un condenseur refroidi à −80°, car le métal est attaqué par les vapeurs azotiques dégagées.

A 100°, dans un courant d'oxygène ou à l'étuve, on n'arrive pas à un poids constant, même après deux mois de séjour. A 260°, on produit dans le même courant gazeux un sel basique $2(AzO^3BiO).Bi^2O^3$ qui n'a encore été signalé qu'hydraté. A 375°, on aboutit très lentement à un corps d'une constitution très voisine de $2(AzO^3BiO)4Bi^2O^3$. Enfin à 425°, le produit se transforme intégralement en oxyde jaune anhydre Bi^2O^3.

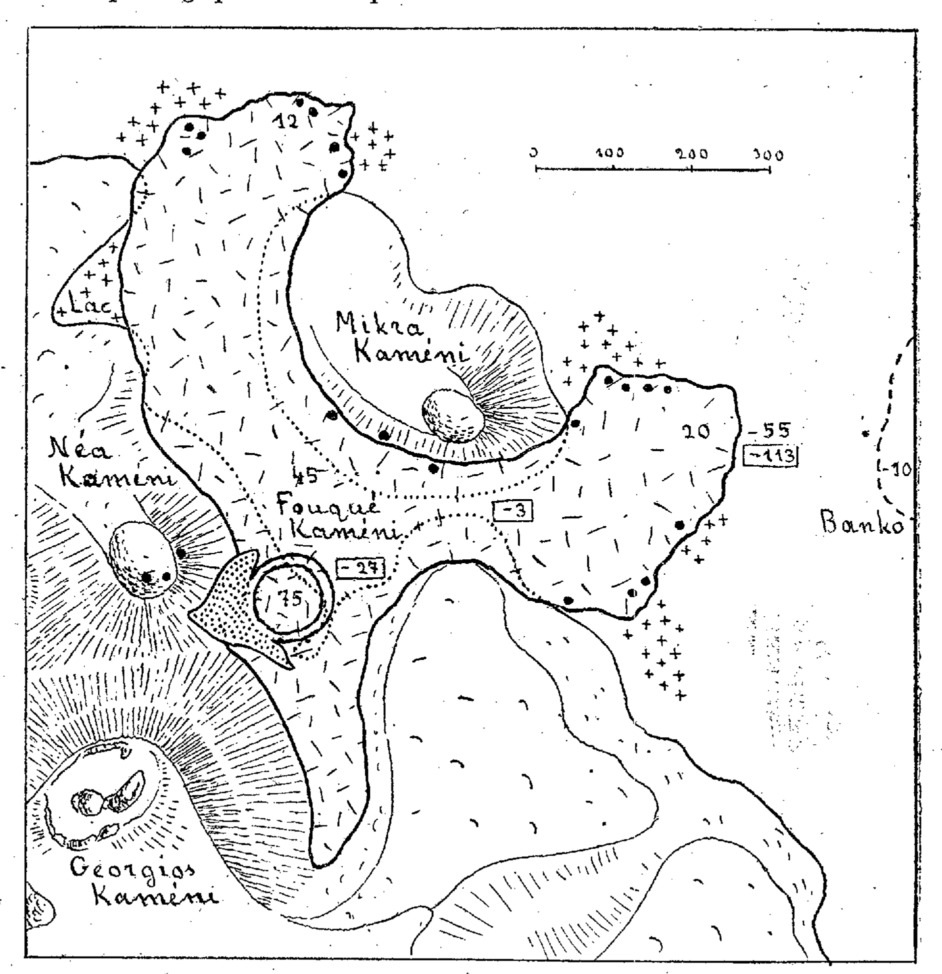
Ces résultats sont en contradiction avec ceux généralement reproduits dans les traités, affirmations dues à Yvon et qui indiquent qu'à 260° on obtient l'oxyde anhydre.

VOLCANOLOGIE. — *L'éruption du volcan de Santorin. Caractères morphologiques.* Note de M. **Const. A. Kténas.**

J'ai exploré le nouveau centre volcanique et j'en ai suivi le développement du 13 au 27 septembre [1]. L'éruption actuelle se caractérise *tant*

[1] J'ai visité le volcan en compagnie de M. H.-S. Washington, du 13 au 20 septembre; mon assistant M. P. Kokkoros, m'a accompagné pendant tout mon voyage.

par la rapidité de la formation d'un dôme que par l'intensité et la fréquence des explosions. La présente Note est consacrée à l'exposé des caractères morphologiques de Fouqué Kaméni.



Croquis de Fouqué Kaméni (État du volcan le 24 septembre).
L'espace pointillé à l'ouest du dôme est occupé par des produits de projection. Les croix marquent les points où se produit une évaporation intense de l'eau de la mer et du lac; les points noirs, les fumerolles principales.

La situation du nouveau centre volcanique entre Georgios Kaméni, Néa Kaméni et Mikra Kaméni rend difficile son étude. Les blocs des explosions ordinaires se dispersant jusqu'à une distance de 200 à 300^{m}, les points culminants des conodômes [1] ci-dessus sont inaccessibles pour une étude

(1) J'emploie ce terme pour désigner les cônes de projection emboîtant un dôme. Type Georgios Kaméni.

prolongée du volcan. C'est ainsi que du côté de la terre, le seul poste d'observation se trouve sur l'arête de coulée de lave de Georgios qui, en mars 1867, s'est épanchée vers Mikra Kaméni.

L'ancien canal séparant Néa Kaméni de Mikra Kaméni, dont la profondeur atteignait 27^m, est rempli, jusqu'à une hauteur de 20-48^m, par la lave récente. Sur le champ de laves se dresse le dôme proprement dit, haut d'environ 75^m. Il possède *une forme régulière*, celle d'un cône tronqué, bas et arrondi vers sa partie supérieure, dont le diamètre de base ne dépasse pas 100-120^m. Dans les détails, la forme du dôme change d'un moment à l'autre.

Le dôme est constitué d'une carapace de blocs anguleux de lave solide qui englobe la matière visqueuse fondue. Mais ce n'est que pendant la nuit ou pendant l'explosion des nuées opaques, qu'on peut voir, à travers les ouvertures de la carapace, les phénomènes d'incandescence de l'intérieur. La position, la grandeur et la forme des ouvertures changent continuellement.

Du côté occidental du dôme, sur la lave récente et sur le flanc oriental de Néa Kaméni, s'accumulent des produits de projection. Il semble que le dôme de Fouqué commence déjà à être transformé, en partie, en un conodôme.

Les laves de Fouqué Kaméni sont disposées sous forme de branches allongées du côté de l'Est et du côté du Nord. Cette disposition est due, en premier lieu, à la morphologie de l'ancien canal.

Les changements topographiques apportés par l'éruption se sont étendus au-dessous de la surface de la mer, surtout vers le dôme sous-marin de Banko. J'y ai exécuté, le 24 septembre, quelques sondages; tandis que le sommet du dôme se trouve toujours à 9^m ou 10^m au-dessous du niveau de la mer, le maximum de profondeur, à l'ouest de lui, ne dépasse pas 55^m (auparavant 113^m). Par suite d'un mouvement ascensionnel, ayant eu lieu pendant les 19-22 septembre, la cime de l'extrémité orientale de la lave s'élève à une hauteur de 20^m au-dessus du niveau de la mer. L'épaisseur de la lave accumulée sur ce point est donc 130^m.

De tout ce qui précède, je suis disposé à admettre que des fentes sous-marines permettent l'injection de lave entre le fond de la mer et la carapace formée pendant les premiers jours de l'éruption.

Les phénomènes d'explosion ne se manifestent que sur le dôme proprement dit. Les dégagements de vapeur et de matériaux solides y ont lieu dans toutes les directions, parfois même par des poussées horizontales.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Crassulacées. Développement de l'embryon chez le* Sedum acre *L.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. L. Guignard.

Les parois de segmentation se succèdent dans l'oospore du *Sedum acre* avec la plus grande régularité et les différenciations des régions fondamentales du corps peuvent s'y reconnaître dès la séparation des premiers blastomères.

Par cloisonnement transversal se forment tout d'abord deux cellules très inégales, *ca* et *cb* (*fig.* 1); celle-ci, comme chez le *Sagina procumbens*, se différencie immédiatement en une cellule haustoriale qui traverse la partie supérieure du sac et se ramifie très abondamment au dehors. La cellule *ca* se segmente seule dans la suite et se comporte comme la véritable cellule embryonnaire. Par une cloison transversale, elle se divise en deux cellules superposées *cc* et *cd* (*fig.* 3); peu après, l'élément *cd* se partage à son tour, par une paroi horizontale, en deux nouvelles cellules aplaties superposées *m* et *ci* (*fig.* 4). La cellule *ci*, par une cloison verticale, se divise ensuite en deux éléments juxtaposés (*fig.* 5). En ce moment, abstraction faite de la cellule basale, le proembryon comprend quatre cellules disposées en quatre étages d'âge différent : l'étage supérieur *cc* est le plus ancien, la cellule qui le constitue étant la cellule-fille de la cellule apicale primitive *ca*; l'étage moyen *m*, également monocellulaire, est d'une génération plus jeune, et l'étage inférieur *ci*, représenté par deux cellules-sœurs juxtaposées est de formation encore plus récente.

La cellule supérieure, *cc*, donne naissance à l'embryon proprement dit et joue le rôle qui se trouve dévolu, dans la plupart des cas, chez le *Capsella Bursa-pastoris* par exemple, à la cellule apicale du proembryon bicellulaire. Par deux cloisons méridiennes cruciales, elle se partage en quatre cellules-quadrants (*fig.* 6 et 7), qui, en se segmentant transversalement, donnent, à leur tour, huit cellules-octants (*fig.* 8, 9 et 10). Les quatre octants supérieurs, *l*, engendrent la partie cotylée, les quatre octants inférieurs, *l'*, l'hypocotyle. Dans les octants, la séparation des histogènes s'effectue suivant les règles très simples qui ont été exposées au sujet des Crucifères (*fig.* 11, 12, 13).

La cellule intermédiaire, *m*, peu après la formation des quadrants, se segmente transversalement pour donner deux cellules superposées très aplaties *d* et *f* (*fig.* 8). La cellule *d* se différencie, selon les règles ordinaires, en cellule hypophysaire; à ses dépens, se développent les initiales de l'écorce au sommet radiculaire et le primordium de la coiffe. La cellule *f* reste généralement indivise; elle constitue l'élément supérieur du suspenseur proprement dit. Dans quelques cas, elle prend assez tardivement une ou deux cloisons verticales (*fig.* 18, 21).

Les deux éléments juxtaposés de l'étage *ci* se partagent par une paroi méridienne en quatre cellules circumaxiales (*fig.* 6, 7, 8), au moment même de la formation des quadrants, ce qui confère à toute la portion du proembryon issue de la cellule apicale,

ca, une symétrie assez singulière par rapport à un plan horizontal passant par le centre de la cellule *m*. Les quatre cellules dont se compose, à partir de ce stade, l'étage *ci* ne subissent pas de nouvelles segmentations; elles se trouvent assez fortement écrasées au moment de la maturité entre la coiffe et l'haustorium micropylaire (*fig.* 21).

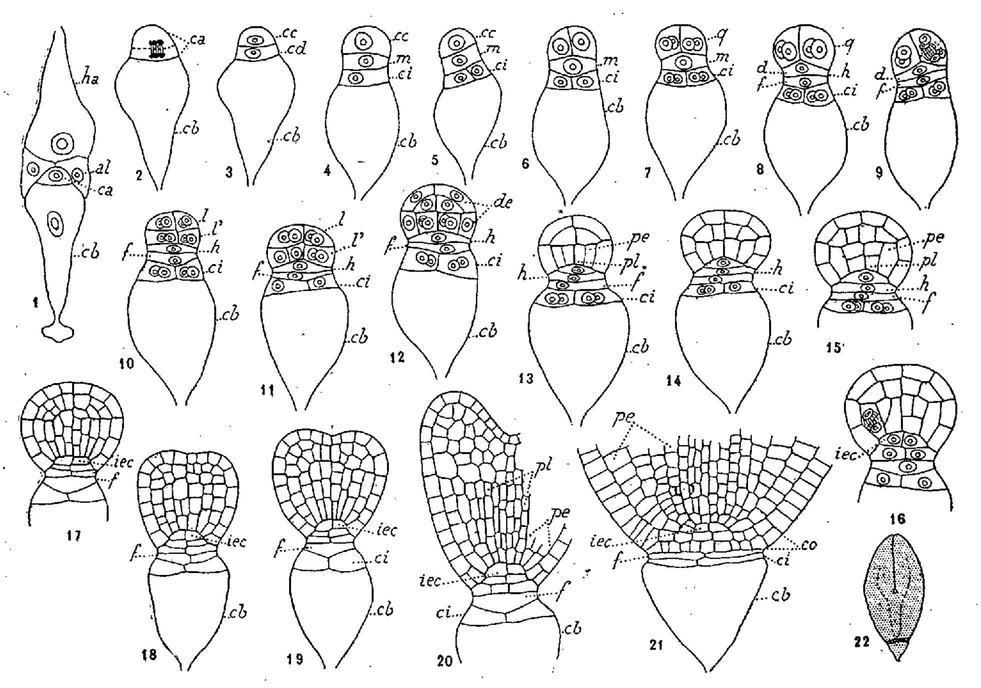


Fig. 1 à 22. — *Sedum acre* L. — Les principales étapes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *ha*, haustorium chalazien issu de la première division du noyau de l'albumen; *al*, albumen proprement dit, issu de la cellule-sœur de *ha*; *cc* et *cd*, cellules-filles de *ca*; *m* et *ci*, cellules-filles de *cd*; *q*, quadrants; *d* et *f*, cellules-filles de *m*; *h*, hypophyse; *l*, octants supérieurs ou partie cotylée; *l'*, octants inférieurs ou partie hypocotylée; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérome; *iec*, initiales de l'écorce au sommet radiculaire; *co*, coiffe. G. = 300; 150 pour les figures 17 à 21; 32 pour la figure 22.

L'embryon du *Sedum acre* représente un nouveau type de développement, caractérisé par : 1° la différenciation de la cellule basale en une grosse vésicule haustoriale envoyant au dehors de nombreuses ramifications; 2° par la disposition tout à fait particulière que prennent les quatre éléments de la tétrade par suite du cloisonnement de la cellule *ci* précédant celui de la cellule *cc*; 3° par les fonctions et la marche des segmentations de la cellule *cc*, identiques à celles que l'on observe dans la cellule apicale chez les Crucifères; 4° par l'individualisation d'une hypophyse véritable donnant naissance aux initiales de l'écorce au sommet de la racine.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence, dans l'émulsine des amandes, de deux nouveaux ferments, la primevérosidase et la primevérase.* Note de M. **Marc Bridel**, présentée par M. L. Guignard.

Comme je l'ai indiqué récemment [1], le nom de *primevérosidase* doit servir à désigner le ferment des primevérosides, ou glucosides à primevérose, et celui de *primevérase*, employé autrefois à tort pour désigner le ferment hydrolysant le primevéroside (primevérine) et le primulavéroside (primulavérine) [2], doit être réservé au ferment du primevérose, c'est-à-dire au ferment sous l'action duquel, en solution aqueuse étendue, le primevérose est hydrolysé en glucides réducteurs simples, glucose et xylose.

La primevérase n'a jamais été signalée jusqu'ici dans le règne végétal.

L'émulsine des amandes est considérée depuis de longues années comme un mélange de plusieurs ferments. Il est admis aussi, à l'heure actuelle, que l'émulsine est sans action sur un certain nombre de glucosides qui, pour la plupart, renferment dans leurs molécules des glucides complexes comme le primevérose, par exemple.

L'expérience ci-dessous vient montrer que cette opinion doit être revisée pour les glucosides à primevérose, puisque l'émulsine des amandes est capable d'effectuer l'hydrolyse d'un de ces glucosides, le monotropitoside.

On a dissous $5^g,0245$ de monotropitoside cristallisé dans une quantité suffisante d'eau distillée toluénée pour faire 250^{cm^3} ($\alpha = -2^\circ 24'$; $l = 2$; $\alpha_D = -59^\circ,68$); on a ajouté 5^g d'émulsine et l'on a mis le flacon à l'étuve à $+30^\circ$ pendant un mois. Au bout de ce temps, le liquide dégageait une odeur pénétrante de salicylate de méthyle; il renfermait, pour 100^{cm^3}, $1^g,3043$ de sucre réducteur exprimé en glucose et sa rotation avait passé de $-2^\circ 24'$ à $+56'$ ($l = 2$), soit un changement de $3^\circ 20'$. L'indice de réduction enzymolytique est de 391.

L'hydrolyse du monotropitoside en salicylate de méthyle et en primevérose, aurait amené un changement de rotation de $-2^\circ 24'$ à $-6'$ et la

---

(1) *Le primevérose, les primevérosides et la primevérosidase* (*Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1421).

(2) A. Goris et M. Mascré, *Recherches chimiques et biologiques sur les Primulacées et en particulier sur la racine de* Primula officinalis *Jacq.* (*Bull. Sci. Pharmacol.*, **16**, 1909, p. 695).

formation de $0^g,8760$ de sucre réducteur exprimé en glucose, soit un indice de 350.

L'hydrolyse totale du monotropitoside en salicylate de méthyle, glucose et xylose, aurait amené un changement de rotation de $-2°24'$ à $+1°4'$ et la formation de $1^g,4299$ de sucre réducteur, soit un indice de 412.

On voit que les résultats expérimentaux indiquent que l'hydrolyse du monotropitoside par l'émulsine, avait dépassé le stade du primevérose et qu'elle était presque totale (sucre réducteur : trouvé, $1^g,3043$; calculé, $1^g,4299$).

On a étudié la composition des sucres réducteurs formés en dosant le glucose par le procédé biochimique à l'émulsine(1), en extrayant le méthylglucoside β formé et en caractérisant, dans le résidu, le xylose à l'état de xylonobromure de cadmium, suivant le procédé de M. G. Bertrand.

On a dissous les sucres réducteurs dans l'alcool méthylique à 70 pour 100 en poids, dans lequel il se combine 82,6 pour 100 du glucose sous l'action de l'émulsine. La rotation a passé sous l'action du ferment de $+1°26'$ à $-14'$ ($l=2$) et la proportion de sucre réducteur a diminué de $2^g,2622$ à $1^g,2817$. Il s'était donc combiné $0^g,9805$ de glucose. Cette quantité représentant 82,6 pour 100 du glucose, les $2^g,2622$ en renfermaient $1^g,1870$, soit 52,47 pour 100 (Théorie pour un mélange équimoléculaire de glucose et de xylose : 54,54 pour 100). A côté du glucose et du xylose, il devait entrer, dans le mélange, une faible quantité de primevérose.

Le méthylglucoside β a été extrait à la manière habituelle, cristallisé dans l'alcool à 95° et caractérisé par sa forme cristalline et son pouvoir rotatoire.

Conclusion. — L'émulsine des amandes hydrolyse, en solution aqueuse, le monotropitoside, si l'on a soin de prolonger suffisamment son action et de l'employer en grande quantité. L'hydrolyse ne s'arrête pas au primevérose, le primevérose étant hydrolysé en glucose et en xylose.

L'émulsine des amandes renferme donc deux ferments qui n'y avaient pas encore été signalés, le ferment des primevérosides, la primevérosidase et le ferment du primevérose, la primevérase.

Ajoutons que la présence de ce dernier ferment dans le règne végétal n'avait pas encore été signalée. Les recherches ci-dessus viennent combler cette lacune.

---

(1) Em. Bourquelot et M. Bridel, *Recherche et caractérisation du glucose par un procédé biochimique nouveau* (*Comptes rendus*, 170, 1920, p. 631.)

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la postérité de l'*Amygdalopersica Formonti (*L. Daniel*). Note de MM. **G. Rivière** et **G. Pichard**, présentée par M. J. Costantin.

Nous avons rappelé [1] que, grâce aux mesures de protection prises contre les gelées printanières par M. Formont, arboriculteur à Montreuil, il avait pu être récolté, en 1915, deux amandes parfaitement mûres sur les pousses des amandiers-hybrides de greffe (*Amygdalopersica Formonti*) qui s'étaient développées, *spontanément*, en 1908, sur les branches de charpente de deux vieux pêchers (var. *Mignonne*) greffés en écusson et en pied sur des sujets d'amandier.

L'une de ces amandes, après stratification, ayant été confiée à la terre dans le courant du mois de mars suivant (1916), a donné naissance, l'année même, à un fort scion d'*amandier* qui, maintenant, est un arbre vigoureux et de grande envergure malgré les nombreuses amputations qui ont été faites à ses branches par trop envahissantes [2].

Comme nous l'avions supposé cette amande était *fertile* — point sur lequel nous nous permettons d'insister étant donnée son importance dans la circonstance — mais elle n'a reproduit *que l'un des parents*, *sans modification*, puisque, aujourd'hui, nous nous trouvons en présence d'un amandier dont les caractères (feuilles, grandes fleurs *blanches* et fruits) ne diffèrent point de ceux de l'amandier (*Amygdalopersica Formonti*) dont cette amande est issue.

Ce nouvel individu ne peut pas être considéré comme un hybride type, attendu que les caractères spécifiques des deux associés n'y sont point fusionnés.

Quoique ayant fleuri abondamment chaque printemps depuis 1918, ce n'est que cette année que nous avons pu obtenir de jeunes branches portant des amandes qui, à l'heure actuelle, sont arrivées à maturité.

Nous présentons quelques-unes de ces branches fructifères à l'Académie.

De ce qui précède il résulte que le *cycle végétatif de l'hybride de greffe*, dont il s'agit, *se trouve maintenant fermé*.

Nous ne terminerons point cette Note sans ajouter qu'au printemps

---

(1) *Comptes rendus*, **161**, 1915, p. 497.

(2) Cet arbre est cultivé en plein vent.

dernier une nouvelle pousse pure d'amandier, longue aujourd'hui de $0^m,80$ est née, spontanément, à une très grande distance du bourrelet de la greffe, sur une des branches de charpente de l'un des vieux pêchers sur lesquels il s'en était déjà développé pour la première fois en 1908.

PHARMACOLOGIE. — *Action de la base tropine (tropanol) sur le cœur.* Note de MM. **René Hazard** et **L.-J. Mercier**, présentée par M. Desgrez.

Lorsqu'on étudie l'action du tropanol sur le cœur de chien (cœur *in situ*, inscription directe des mouvements de l'auricule et du ventricule) on observe, d'une manière constante, un ralentissement du rythme cardiaque, avec diminution de l'amplitude des systoles auriculaires et ventriculaires.

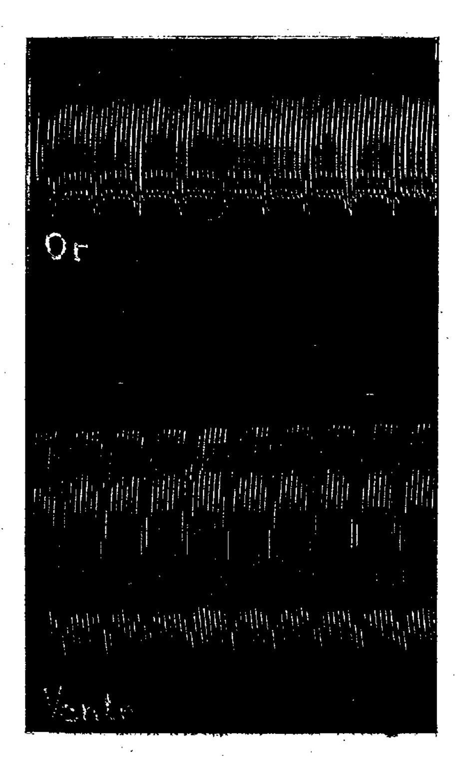


Fig. 1. — Chien ♂ $7^{kg},500$ chloralosé cœur *in situ*. Respiration artificielle. Tracé normal.

Dans certains cas, ce ralentissement peut aller jusqu'à l'arrêt définitif du cœur, après une période de fibrillation.

On observe parfois, lorsque le ralentissement est extrêmement marqué

et l'amplitude systolique très diminuée, une soudaine reprise du cœur en tachycardie avec ampliation considérable des systoles auriculaires et ventriculaires (*fig.* 1 et 2). Ce phénomène dure 3 à 4 minutes, après lesquelles le cœur tend à reprendre progressivement un rythme ralenti par

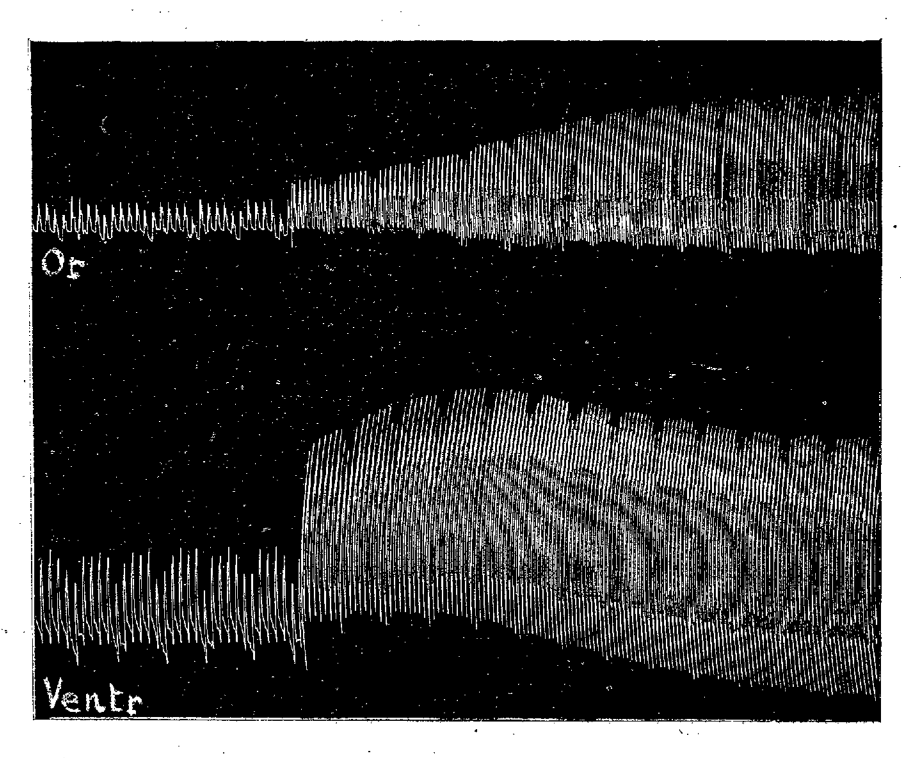


Fig. 2. — Le même après 8 minutes et injection de 0g,06 par kilogramme de tropanol en solution chlorhydrique neutralisée.

rapport au rythme normal. Les tracés inscrits au cours de ce phénomène d'accélération sont comparables à ceux que donne une injection intraveineuse d'adrénaline; ils sont identiques à ceux que l'on peut obtenir en suspendant la respiration artificielle jusqu'à ce que le cœur soit ralenti à l'extrême, et en rétablissant ensuite ce mode de respiration.

Le ralentissement et la diminution d'amplitude systolique provoqués par le tropanol diffèrent essentiellement de l'effet habituel de l'atropine sur le cœur, qui, au début de son action, provoque de l'accélération. Cependant, il est à noter que chez les animaux à sang froid, et en particulier chez la grenouille, au lieu d'amener de l'accélération cardiaque, l'atropine

provoque, de même que le tropanol, un ralentissement marqué du cœur avec diminution d'amplitude.

Au cours de ces recherches sur le cœur *in situ*, nous avons eu l'occasion de noter, chez les animaux en expérience, des sensibilités individuelles très remarquables. En effet, certains chiens meurent après une injection de $0^g,05$ de tropanol par kilogramme d'animal, alors que d'autres chiens supportent des doses allant jusqu'à $0^g,30$ par kilogramme, sans présenter d'autres phénomènes que le ralentissement du cœur et la diminution d'amplitude systolique.

CYTOLOGIE. — *Indications sur le linome de quelques catégories cellulaires.* Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. F. Mesnil.

Dans une Note antérieure [1], j'ai désigné sous le nom de *linome* des formations filamenteuses, cordons, spirèmes cytoplasmiques, etc., autres que le chondriome, et que présentent certaines cellules dont j'ai cité plusieurs exemples; j'en apporte aujourd'hui quelques autres.

Chez *Lanice conchylega*, parmi les cellules glandulaires des boucliers épidermiques, on trouve des éléments très élevés qui renferment, en nombre sensiblement égal, de gros et très longs cordons acidophiles et peu sidérophiles, inaltérables par l'acide acétique. Plongés dans le cytoplasme homogène, ils se changent en grêles colonnes de grains en navette qui paraissent être mucigènes. Ces cordons, si nettement individualisés, semblent se constituer dans un réticulum, au milieu duquel ils ne sont indiqués pendant longtemps que par des lignes maîtresses enroulées autour du grand axe de la cellule.

Glycera est favorisée sous le rapport du linome; en dehors des linocytes, variété de leucocytes hyalins à formations filamenteuses accusées, on le trouve dans les cellules sétigènes sous les espèces d'un cordon lâchement enroulé autour de la base des jeunes soies. Mais il prend un aspect bien plus intéressant dans les vastes cellules endothéliales qui entourent l'intestin; le cytoplasme est parcouru par des sortes de rubans curieusement spiralés, souvent immenses, qui peuvent se cliver en long en produisant des faisceaux fibrillaires. D'autres fois, ces *spirèmes cytoplasmiques vrillés*

[1] *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 333.

offrent un aspect moniliforme quand la vrille se résout en une série linéaire de fragments courbes, lesquels semblent se transformer en gros grains de sécrétion. Les images ressemblent au plus haut point à celles qu'a obtenues Schreiner (1917) dans l'épiderme de Myxine et les *secretfäden* des cellules à mucus de ce poisson sont un bel exemple de linome.

Le cœlome des néréides montre en tous temps, particulièrement celui de *N. diversicolor*, des leucocytes allongés renfermant un système de fibres, parfois assez grosses, enroulées dans le cytoplasme en lanière de fouet; beaucoup de ces éléments ne sont pas des phagocytes en train de digérer des fibres musculaires circulaires, mais de véritables linocytes. De pareilles cellules libres se rencontrent dans le liquide cavitaire de *Lagis Koreni*, de *Clymenia lumbricoides*, etc.

Dans les coupes au moins, après fixation au Bouin ou au Regaud, les leucocytes de *Nephthys* offrent une formation qui présente des ressemblances avec le linome des linocytes des glycères. Elle apparaît en bordure des expansions membraniformes, des leucocytes épanouis et figés dans l'attitude de choanoleucocytes. Elle n'est fortement colorable par l'hématoxyline au fer que dans les choanoleucocytes déployés qui ont éclaté, sans doute par l'effet de la fixation. C'est alors une production qui ne peut échapper à l'observation, si toutefois les coupes sont assez épaisses et vigoureusement colorées; je la rattacherais volontiers à la grosse strie bordante des érythrocytes de salamandre.

Enfin, je trouve dans l'énorme sarcoplasme des cellules musculaires d'*Ascaris holoptera* de grands cordons souvent tordus et des anneaux volumineux qui montrent une structure fibrillaire ou lamellaire après fixation au Regaud. Ces inclusions filamenteuses, sans doute analogues à celles que l'on a décrites daas les mêmes cellules chez *A. lumbricoides*, ressemblent assez bien au linome des leucocytes des glycères. Des expériences, renouvelant celles de Von Kemnitz (1913), fourniraient sans doute des renseignements sur la signification physiologique, la persistance ou le caractère transitoire de ce linome ascaridien dont l'aspect paramyélinique est des plus marqués.

EMBRYOLOGIE. — *Sur la croissance embryonnaire de* Chrysaora hysocella *L.* (*Méduse Acalèphe*). Note de M. et M[me] **Georges Teissier**, présentée par M. F. Mesnil.

On sait depuis longtemps que, chez la Méduse hermaphrodite *Chrysaora hysocella* L., les embryons se développent dans l'ovaire même. Claus, en 1877 (¹), remarqua que l'œuf est très petit, tandis que la planula, comme toutes les planulas d'Acalèphes, est assez volumineuse. Il y a donc une véritable croissance embryonnaire dont les modalités n'ont jamais été décrites. Des récoltes exceptionnellement abondantes de *Chrysaora*, faites en août et septembre dernier à Roscoff, nous ont permis d'étudier en détail son embryologie. Nous nous bornerons ici à l'exposé succinct du processus de la croissance.

L'œuf poursuit tout son développement au point même où l'oocyte a atteint sa maturité. L'embryon, d'abord enveloppé dans un follicule, est libéré à la fin de la segmentation dans une cavité de la mésoglée qui grandit avec lui. La segmentation, totale, est généralement inégale, et l'on peut souvent, jusqu'à un stade avancé de la segmentation, distinguer micromères et macromères; mais, d'un œuf à l'autre, les différences individuelles sont considérables. C'est ainsi que les deux premiers blastomères sont tantôt égaux, tantôt plus ou moins inégaux, l'un d'eux pouvant être jusqu'à dix fois plus volumineux que l'autre. Quel que soit d'ailleurs le mode de segmentation, celle-ci s'achève lorsque les blastomères sont au nombre d'une centaine; l'embryon est alors une blastula ciliée, à peine plus volumineuse que l'œuf, qui bientôt se met à tourner lentement sur elle-même dans sa loge de mésoglée.

Alors commence la période de croissance. Les cellules, toutes semblables, se multiplient en restant rigoureusement identiques à elles-mêmes. Ni leur taille, ni leur forme, ni la dimension caractéristique de leur noyau, ni même leurs inclusions vitellines, ne changent en quoi que ce soit : il y a une constance cellulaire parfaite. La blastula arrive ainsi à un diamètre 7 à 10 fois plus grand que son diamètre primitif, et comme la hauteur des cellules qui forment ses parois n'a pas changé, leur volume total augmente ainsi de 50 à 100 fois. Il faut donc nécessairement qu'il y ait eu nutrition

---

(¹) C. Claus, *Denkschr. des Kaiser. Akad. d. Wiss. Wien*, 38, 1877, p. 1.

de la blastula. Un simple apport d'eau et de sels ne peut expliquer cette augmentation de volume. Les larves un peu plus âgées, qui n'ont encore absorbé aucune autre nourriture que celle qu'elles peuvent trouver dans le milieu intérieur du parent, contiennent en effet, comme nous l'a montré un dosage direct, moins de 70 pour 100 d'eau, alors que, dans l'hypothèse de l'accroissement par simple imbibition, elles devraient contenir au moins 96 pour 100 d'eau.

En résumé, comme dans une ontogenèse normale, le stade blastula représente la fin de la segmentation et l'établissement du rapport nucléoplasmatique définitif. Mais, dans une ontogenèse normale, ce stade est essentiellement transitoire et l'embryon qui y est parvenu doit encore quelque temps se nourrir sur ces réserves. Chez les *Chrysaora* au contraire, la blastula est capable de se nourrir aux dépens du milieu intérieur du parent, et de croître pendant longtemps encore sans différenciation nouvelle et sans aucune modification cytologique.

La gastrulation commence lorsque la blastula a atteint 6 à 8 fois la taille de l'œuf. Elle se produit par un processus intéressant, intermédiaire entre l'immigration unipolaire et l'invagination, mais sur lequel nous ne pouvons insister ici. La gastrula typique ainsi formée commence à différencier ses éléments : les premiers nématocystes apparaissent; puis le blastopore se ferme. Les réserves de l'ectoderme sont digérées; la cavité gastrale devient virtuelle : la planula est constituée. Alors seulement elle passe dans la cavité de la gonade, qu'elle abandonne pour être libérée, dans le milieu extérieur, par la bouche de la *Chrysaora*.

Les mesures de volume permettent de penser que la nutrition par le milieu intérieur du parent se poursuit jusqu'à l'achèvement de la gastrula et cesse au début de la différenciation histologique. On peut d'ailleurs l'interrompre prématurément sans grand inconvénient. Des blastulas, isolées expérimentalement dans l'eau de mer, poursuivent leur évolution et donnent des planulas de taille fortement réduite, mais normale. Comme, dans une même glande, les diverses planulas sont de taille très variable, on doit admettre que, d'un point à l'autre de la gonade, les conditions nutritives varient et déterminent une gastrulation plus ou moins précoce.

En résumé, *Chrysaora hysocella* présente une véritable viviparité caractérisée par une croissance de l'embryon au stade blastula, stade qui, dans ce cas, présente une remarquable adaptation physiologique que ne traduit aucune adaptation morphologique.

Ces faits, pour exceptionnels qu'ils soient, ne sont pas isolés dans le

règne animal; on en connaît de très analogues chez les Mammifères monodelphes, chez certains Péripates et aussi chez un Isopode, *Hemioniscus balani* Buchh., où Caullery et Mesnil ont décrit une croissance embryonnaire précoce, presque identique à celle que nous venons de faire connaître et qu'ils interprètent par une nutrition osmotique, comme nous interprétons la croissance de *Chrysaora*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'hydrolyse enzymatique des amylophosphates naturels et synthétiques.* Note (¹) de M. **Samec** (²).

Conformément à la théorie que j'ai exposée (³), il existe dans le grain d'amidon une partie des matières amylacées sous forme d'éther phosphorique. Cette théorie vient d'être confirmée par les résultats suivants.

Les expériences nous montrent une analogie de structure entre l'amylophosphate du grain d'amidon et les éthers amylophosphoriques synthétiques. Plusieurs savants ont établi récemment l'existence d'enzymes qui décomposent les éthers phosphoriques, tels que l'acide hexosephosphorique ou l'acide glycérinophosphorique, en acide phosphorique et résidus organiques. On trouve de semblables phosphatases dans diverses semences, dans des ferments et dans certaines parties du corps des animaux.

Nous avons pu constater que ces enzymes éliminent l'acide phosphorique de l'amidon natif et de l'amylophosphate synthétique.

Nos expériences ont porté sur une solution à 1 pour 100 d'amidon de pommes de terre chauffée à 120° pendant une demi-heure et sur une solution d'acide amylophosphorique synthétique. Sur ces solutions nous avons fait agir à 37° des extraits de semences de *Glycine hispida*, des extraits de ferments moulus mélangés avec du sable quartzeux, des ferments séchés de muscles de marsouins et de fémurs de veaux. Les extraits ont été préparés par une macération durant plusieurs jours de ces matières réduites en tout petits morceaux avec de l'eau distillée additionnée de toluène à 37°. La réaction terminée, nous avons dialysé le mélange dans des sacs de parchemin sous une couche de toluène, l'eau étant changée plusieurs fois par jour. Enfin la portion principale des électrolytes ayant été enlevée de cette manière par la dialyse, nous avons purifié le mélange par l'électrodialyse jusqu'à obtenir une conductibilité électrique constante.

Le résidu colloïdal contient le phosphore non dialysable des substances organiques,

(¹) Séance du 5 octobre 1925.

(²) D'après les essais de T. Knez.

(³) *Kolloidchemische Beihefte*, 5, 1913, p. 203.

dont la quantité a été déterminée par l'incinération du contenu du sac. D'autre part, l'eau dans laquelle la dialyse s'est opérée renferme l'acide phosphorique provenant de l'action des enzymes, en même temps que de l'acide phosphorique lié à des dextrines ou à des sucres. Le pourcentage du premier a été établi par précipitation avec de la magnésie, et, après filtration, celui de la seconde.

Quelques-uns des résultats de ces recherches sont réunis dans le tableau suivant où les chiffres désignent, à raison de 10g d'amidon, la quantité de phosphore après déduction du phosphore contenu dans les enzymes.

	P^2O^5 contenu dans			
	le reste colloïdal.	la substance organique dialysable.	P^2O^5 libre dialysable.	Rapport de l'enzyme à l'amidon.
Amidon naturel $P^2O^5 = 0,175$ pour 100.				
	mg	mg	mg	
Glycine hispida	10,5	6,0	0,5	1 : 1
Ferments moulus	3,1	0,0	14,1	1 : 1
Ferments séchés	1,0	0,0	16,9	1 : 1
Muscle	0,0	13,4	4,0	1/4 de la cuisse sur 1g d'amidon
Fémur	0,0	10,0	7,4	2,4 : 1
Amidon sans supplément d'enzymes	11,7	traces	6,0	0
Acide amylophosphorique synthétique $P^2O^5 = 1,01$ pour 100.				
Glycine hispida	37	6	60	4 : 1
Fémur	78	6	16	8 : 1
Acide amylophosphorique sans supplément d'enzymes	93	3	5	0

On a remarqué en outre une action diastasique chez la plupart des substrats contenant les phosphatases, peu avancée d'ailleurs, sauf dans le cas de l'extrait de muscles, du moins en tant qu'on peut conclure de la coloration produite par l'iode. Cependant la présence de l'acide phosphorique dialysable, lié à des substances organiques, démontre que les complexes organiques se décomposent également sans que l'acide phosphorique devienne libre.

MÉDECINE. — *Sur l'injection sous-cutanée de substances gazeuses telles que l'oxygène*. Note de MM. **Agasse Lafont** et **Roger Douris**, présentée par M. d'Arsonval.

La thérapeutique, sous forme d'injections dans les tissus, n'a guère envisagé tout d'abord que l'emploi de substances liquides ou de poudres fines en suspension dans un excipient plus ou moins visqueux. Par la suite, la mise en pratique de l'oxygénothérapie sous-cutanée, dont l'efficacité est aujourd'hui universellement reconnue, a nécessité la construction d'appareils permettant l'injection d'une quantité déterminée d'oxygène. Mais la masse d'un gaz est fonction, en outre de la température, à la fois du volume et de la pression; aussi les appareils précis utilisant l'oxygène *comprimé* doivent-ils être munis d'accessoires compliqués, tels que détendeurs, manomètres, etc.

Nous nous sommes efforcés de rendre l'injection d'oxygène aussi pratique qu'une injection courante, en donnant à l'appareil nécessaire le maximum de simplicité, tout en lui assurant une précision suffisante. Nous avons de plus substitué à la manipulation plus ou moins dangereuse des obus d'oxygène sous forte pression, la préparation de ce gaz, au moment du besoin, suivant une réaction bien réglée et demandant à peine quelques minutes.

Le dispositif que nous proposons comporte uniquement : 1° un flacon générateur, dont le volume peut être réduit à 50 ou 60^{cm^3} dans lequel l'oxygène est fabriqué et purifié par lavage au moyen d'une solution vingtième normale de soude, grâce à un barboteur compris dans le bouchon même du flacon ; 2° une seringue en verre construite spécialement pour recueillir, mesurer et injecter le gaz.

La fabrication de l'oxygène repose sur la décomposition de l'eau oxygénée convenablement titrée, au moyen d'un comprimé à base de bichromate de potasse. Il est donc possible de préparer extemporanément la quantité d'oxygène que l'on juge nécessaire pour une injection.

Le remplissage de la seringue s'effectue de lui-même par l'oxygène dégagé qui arrive, soit par la canalisation centrale du piston, soit par l'embout de la seringue. Le piston est repoussé au fur et à mesure de l'arrivée du gaz qui se trouve ainsi mesuré, avec la précision voulue, sensiblement à la pression atmosphérique, si l'on a le soin de laisser la seringue horizontale.

La seringue, une fois remplie d'oxygène, est utilisée suivant la technique habituelle des injections liquides.

La régularité de la réaction permet de chasser rapidement la petite quantité d'air du flacon et par suite de n'injecter que l'oxygène pur (absorbable presque sans résidu par le pyrogallate de potassium).

Un tel dispositif est donc susceptible de rendre les plus grands services en généralisant l'emploi des injections d'oxygène dont s'affirment chaque jour les bienfaits (broncho-pneumonies, grippe à forme adynamique ou pleuro-pulmonaire, coqueluche, asthénie, anémies graves, tuberculose, etc...). Il permet également d'envisager l'injection de petites quantités d'autres gaz, tel que l'anhydride carbonique, dans des conditions de production analogues, si toutefois l'expérimentation physiologique conduit un jour à des applications thérapeutiques de leur emploi.

La séance est levée à $16^{h} 30^{m}$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de septembre 1925.

La Nuova Notarisia, rassegna consecrata allo studio delle alghe; redattore : G. B. De-Toni; fascicolo commemorativo del 40° anno dalla fundazione della *Notarisia* (1886-1925). Padova, Tip. Seminario, 1925; 1 vol. 23cm,5.

L'Adaptation, par L. Cuénot. Paris, Gaston Doin, 1925; 1 vol. 17cm,5.

Nova Caledonia; recherches scientifiques en Nouvelle-Calédonie et aux îles Loyalty. A : *Zoologie*, vol. III, L. III, par Fritz-Sarasin et Jean Roux. *Die Nacktschnecken von Neu-Caledonien, den Loyalty-inseln und Neuen-Hebriden*, par G. Grimpe et H. Hoffmann. Berlin, C. W. Kreidel's Verlag, 1925; 1 vol. 28cm,5.

Vers la connaissance et la guérison u cancer, par Joseph Roy. Dijon, Editions du Raisin, 1925; 1 vol. 19cm.

Traité d'Analyse, par Émile Picard. Tome II : *Fonctions harmoniques et fonctions analytiques. Introduction à la théorie des équations différentielles, intégrales abéliennes et surfaces de Riemann*. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 vol. 25cm.

Observatoire d'Alger. *Catalogue photographique du ciel. Coordonnées rectilignes*. Tome I; 1er fasc. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. — Tome I, 2e fasc. Laval, Barnéoud, 1923. — Tome II, Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. — Tome III, 2e fasc. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1923. — Tome IV, Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1923. — 5 vol. 32cm,5.

Observatoire de Paris. *Catalogue photographique du ciel. Coordonnées rectilignes*. Tome V, Laval, Barnéoud, 1925; 1 vol. 32cm,5.

Observatoire de Toulouse. *Catalogue photographique du ciel. Coordonnées rectilignes*. Tome VII, 2e fasc., 2e partie. Laval, Barnéoud, 1924; 1 fasc. 32cm,5.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 OCTOBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de la Toussaint, la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mardi 3 novembre au lieu du lundi 2.

Mme veuve **G.-B. de Toni** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage posthume de son mari, intitulé : *Giambattista Venturi e la sua opera vinciana. Scritti inediti e l'*Essai.

NOMINATIONS.

M. **A. Cotton** est désigné pour représenter l'Académie à la pose de la première pierre des nouveaux bâtiments de l'*École supérieure d'Électricite*, le 9 novembre prochain.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Aristide Bergès. Documents historiques sur l'origine du nom de la Houille blanche*, par M. Marcel Mirande. (Présenté par M. L. Guignard.)

2° Faune de France : 10. *Hyménoptères vespiformes.* I (Sphegidae, Pompilidae, Scoliidae, Sapygidae, Mutillidae), par L. BERLAND. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

3° CHARLES A. R. CAMPBELL. *Bats, Mosquitoes and Dollars.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions analytiques qui s'annulent pour les valeurs entières et positives de la variable.* Note de M. SOULA, présentée par M. Hadamard.

Un Mémoire récent de M. Valiron (1) contient un théorème important relatif à la croissance des fonctions entières qui admettent pour zéros les nombres entiers positifs et négatifs. J'ai obtenu un théorème présentant quelque analogie avec celui de M. Valiron; il concerne les fonctions entières ou non entières qui sont holomorphes dans un angle contenant la partie positive de l'axe réel et qui admettent pour zéros les nombres entiers positifs. De telles fonctions peuvent ne pas croître rapidement, mais, dans ce cas, elles tendent vers zéro avec une certaine rapidité. Voici la suite des propositions conduisant à ce résultat :

I. Soit la fonction $g(u)$ de la variable $u = re^{i\theta}$ qui est holomorphe à l'intérieur et sur les côtés de l'angle AOB, au voisinage du sommet O et qui admet ce point O comme point singulier. Je suppose que l'on ait $|g(u)| < \mathrm{M}$ dans ce domaine et $|g(u)| < \mathrm{V}(r)$ sur le rayon OA, $\mathrm{V}(r)$ étant une fonction réelle, positive, croissante et tendant vers zéro avec r. Soient α l'angle AOB, φ l'angle que fait un rayon OC avec OA ($\varphi < \alpha$). On a, pour u sur OC,

$$|g(u)| < [\mathrm{V}(ar)]^{\frac{\alpha-\beta}{\alpha}} \mathrm{M}^{\frac{\beta}{\alpha}},$$

β étant un angle compris entre φ et α, a étant égal à $\frac{\sin\beta}{\sin(\beta-\varphi)}$ (2).

II. Si l'on a

$$|g(u)| < \mathrm{A}\, e^{-\frac{\mu}{r}}$$

sur OA, A et μ étant positifs, on peut écrire une inégalité analogue valable sur OC.

III. Je suppose que la fonction $f(z)$ de la variable $z = \rho\, e^{i\omega}$ soit holomorphe et de module borné pour $|\omega| < \omega_0$ et que l'on ait $f(n) = 0$

(1) *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2e série, 49, 1925, p. 181-192 et 203-224.

(2) Voir F. et R. NEVANLINNA, *Acta Societatis fennicæ*, 50, n° 5, 1922, p. 12.

pour n entier. On reconnaîtra sans peine que $\frac{f(z)}{\sin \pi z}$ est holomorphe et de module borné dans le même domaine et que cette fonction tend vers zéro comme $e^{-\rho|\sin\omega|}$ sur le rayon d'argument ω. Je pose

$$g(u) = \frac{f\left(\frac{1}{u}\right)}{\sin \frac{\pi}{u}}$$

et j'applique le théorème II; $g(u)$ tend vers zéro avec u pour u réel; il en est de même de $f\left(\frac{1}{u}\right)$. $f(\rho)$ tend vers zéro avec $\frac{1}{\rho}$ et le raisonnement montre qu'il existe un b positif tel que $|e^{b\rho} f(\rho)|$ soit borné.

J'ai généralisé en remplaçant $\sin \pi z$ par une autre fonction entière et en ne supposant plus $f(z)$ borné. J'obtiens la proposition suivante : soit une fonction $f(z)$ holomorphe pour $|\omega| < \alpha$, $\rho > \rho_0$; soient, d'autre part, des nombres positifs $d_1, d_2, \ldots$, tels que la plus grande des limites de $d_{n+1} - d_n$ soit inférieure à λ; si la fonction $f(z)$ admet pour zéro les nombres d_n, elle possède l'une des deux propriétés suivantes : 1° ou elle tend vers zéro dans un angle $|\omega| < \omega_0 < \alpha$ et il existe b positif tel que $|f(z) e^{b\rho}|$ est borné dans cet angle; 2° ou $|f(z)|$ n'est pas borné et $\left|f(z) e^{-\frac{\pi\mu}{\lambda}\cos\omega\rho}\right|$ ne l'est pas pour $|\omega| < \alpha$ tant que μ est inférieur à une certaine fonction $M(\alpha)$ qui vérifie $M(\alpha) > \frac{1}{6}\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}$.

De ce théorème on peut déduire que, si la série $\varphi(x) = \Sigma a_n x^n$ n'a qu'un point singulier sur son cercle de convergence, il est imposssible qu'il y ait toujours un coefficient nul dont l'indice soit compris entre $p\lambda$ et $(p+1)\lambda$ pour toute valeur entière de p, λ étant un nombre positif.

Je signale enfin que le théorème I a des conséquences intéressantes si l'on prend pour $V(r)$ les fonctions r^q ou $e^{-\frac{1}{r^k}}$. (Il n'est pas possible, d'après un théorème de M. Persson, d'adopter des fonctions décroissant plus rapidement.)

MÉCANIQUE. — *Sur un nouvel appareil stroboscopique à grand éclairage.* Note de MM. **Laurent** et **Augustin Seguin**, présentée par M. Georges Claude.

La méthode stroboscopique qui utilise un tube de Geissler illuminé à l'aide d'une bobine de Ruhmkorff à intervalles réglés par un interrupteur

rotatif (Masson) ou alternatif (Foucault) commence seulement à être utilisée dans l'industrie.

Elle est pourtant très ancienne et a été citée par Crova d'une façon très précise dans le *Journal de Physique théorique et appliquée* en 1873. C'est toujours sensiblement sous la même forme qu'elle est appliquée. Son grand défaut est le manque d'éclairage qui oblige d'opérer dans la pénombre et rend impossible l'éclairage des machines de quelque étendue. Ce défaut est localisé dans l'interrupteur chargé de synchroniser les éclairs du tube avec la fréquence de l'objet à étudier. En effet, le courant d'éclairage passe par le synchroniseur, et son intensité est vite limitée par l'arc produit à la rupture qui rend imprécis le point d'allumage et la durée de l'éclair, et qui détériore les contacts.

Ce nouvel appareil stroboscopique a été construit dans le but d'éviter ces inconvénients et pour permettre d'éclairer avec une intensité lumineuse aussi grande qu'on le veut les objets à étudier.

Pour cela, on a complètement séparé les fonctions du synchroniseur et de l'éclaireur : l'éclaireur est asservi au synchroniseur, qui détermine l'instant de l'éclairage sans que le courant d'éclairage le traverse.

Pour que le synchroniseur détermine l'éclairage à un moment rigoureusement précis, on a dû renoncer à provoquer cet éclairage par la rupture d'un courant.

Un contacteur rotatif ou alternatif produit la décharge d'un condensateur de faible capacité chargé à quelques centaines de volts, dans le primaire à faible nombre de spires et sans fer d'un transformateur à haute fréquence, qui élève la tension jusqu'à celle nécessaire au passage du courant dans le tube à gaz raréfié. Mais cette décharge n'éclaire le tube que très faiblement en raison de la faible capacité du condensateur et ne sert qu'à amorcer celle de la source d'éclairage.

La source d'éclairage est alors constituée par une puissante batterie de condensateurs maintenue constamment chargée en partant du courant alternatif fourni par les secteurs électriques ordinaires, élevé à la tension d'allumage du tube par un transformateur et redressé par des valves.

Le tube d'éclairage est constitué par un tube à gaz raréfié, tube au néon de préférence à cause de sa grande intensité lumineuse. Ce tube est intercalé dans le circuit de décharge de la batterie de condensateurs d'éclairage, par l'intermédiaire d'un éclateur réglé à telle distance que la décharge ne passe pas sans amorçage, mais que cette décharge passe en illuminant le tube dès qu'un amorçage est effectué par le synchroniseur.

Cet ensemble de dispositions permet un éclairage d'une puissance illimitée, puisque cette puissance ne dépend que de celle de la source d'éclairage et que le courant d'éclairage ne passe pas par le synchroniseur.

De plus, le circuit d'éclairage ne comportant pas de self, l'éclairage est pratiquement instantané. En fait, sur un disque tournant avec une vitesse périphérique de 100^{m} à la seconde, on distingue nettement deux traits distants de 1^{mm}.

La grande puissance lumineuse de cet appareil permet les observations en plein jour qui sont souvent nécessaires, les observations sur des objets éloignés, difficiles à atteindre ou de grandes dimensions, comme dans le cas de l'étude des vibrations dans les turbines ou dans les bâtis de machines, l'observation d'un grand nombre de machines simultanément comme dans le cas du contrôle des vitesses de rotation des broches assurant la torsion des fils dans les filatures, etc.

On peut également éclairer stroboscopiquement la totalité d'un atelier.

L'énergie accumulée entre deux éclairs et dissipée pendant un temps très court au moment de la décharge principale, produit une intensité lumineuse telle qu'on peut envisager l'application de ce mode particulier d'éclairage des tubes à gaz aux phares marins ou aériens, en ajoutant ainsi à la concentration dans l'espace réalisée par Fresnel à l'aide de son système optique une concentration dans le temps, de l'énergie lumineuse. Dans cette application, la source de lumière constituée par le tube ayant une certaine dimension, peut épouser la forme de la caustique de la lentille ou du réflecteur.

HYDRODYNAMIQUE. — *Réaction en régime permanent d'un fluide incompressible parfait sur un solide immergé.* Note (¹) de M. **Maurice Roy**, présentée par M. L. Lecornu.

Un solide S est animé d'un mouvement hélicoïdal uniforme $(-\overline{V}_0, -\overline{\omega})$ dans un liquide parfait, indéfini, en repos à l'infini en amont de S (pression p_0) et en régime permanent par rapport au solide. Le mouvement relatif permanent du fluide vérifie

$$(1) \qquad \overline{D}.\overline{V} = 0,$$

$$(2) \qquad \overline{\varpi} = \overline{D}\left(p + \rho\frac{V^2 - \omega^2 d^2}{2}\right) + 2\rho[(\overline{\Omega} - \overline{\omega}) \times \overline{V}].$$

(¹) Séance du 19 octobre 1925.

[$\overline{\varpi}$, action extérieure rapportée à l'unité de volume; D : $\left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z}\right)$; $\overline{\Omega}$, tourbillon de $\overline{V}$; $\overline{d}$, distance d'un point à l'axe du mouvement de S].

Supposons le fluide soustrait à toute action extérieure. Alors, dans tout le fluide venant de l'infini amont :

$$q = p + \rho\frac{V^2 - \omega^2 d^2}{2} = p_0 + \rho\frac{V_0^2}{2} = q_0.$$

Soient φ_0 le volume limité par S, φ le domaine, d'étendue arbitraire, compris entre S et une surface fermée S', parallèle à S, enveloppant complètement et sans la toucher S. Imaginons un *courant permanent fictif* ($\overline{V}'$, p') du liquide ρ satisfaisant aux conditions :

a. Dans φ_0, $\overline{V'} = 0$; $p' + \rho\frac{\omega^2 d^2}{2} = q_0$;

b. Sur S, $\overline{V'} = 0$;

c. Dans φ, $\overline{D}.\overline{V'} = 0$; $q' = p' + \rho\frac{V'^2 - \omega^2 d^2}{2} = q_0$;

d. Sur S', $\overline{V'_S} = \overline{V_{S'}}$.

Ce problème admet une infinité de solutions. Pour que ces courants fictifs vérifient (1) et (2), il est nécessaire et suffisant d'imaginer l'intervention :

1° Dans le domaine φ, d'un champ d'actions extérieures, d'intensité

$$\overline{\varpi} = 2\rho[(\overline{\Omega'} - \overline{\omega}) \times \overline{V'}]; \tag{3}$$

2° A la frontière S' de φ, d'un champ d'actions extérieures superficielles, d'intensité

$$\overline{Q'} = \overline{n'}(q_{S'} - q_0) \tag{4}$$

($\overline{n'}$, vecteur-unité normal extérieurement à S').

Par cet artifice, le solide S est remplacé par un *obstacle fluide équivalent :* noyau φ_0 entouré par le courant asservi de φ. On peut, d'une manière analogue, combler artificiellement les cavitations et, en définitive, réaliser un courant liquide fictif, indéfini, *continu dans tout l'espace* et dans lequel toutes les singularités primitives (solide, cavitations, sillages) sont remplacées par des zones de tourbillon convenablement asservies.

I. Supposons que, dans le mouvement absolu, les *singularités ne s'étendent*

pas jusqu'à l'infini. La vitesse $\overline{V}$ du mouvement permanent est alors

$$(5) \qquad \overline{V} = \overline{V}_0 + (\overline{\omega} \times \overline{d}) + \overline{V}'_{\Omega'} + \overline{V}''_{\Omega_a},$$

$\overline{V}'_{\Omega'}$ et $\overline{V}''_{\Omega_a}$ désignant les vitesses engendrées suivant la loi de Biot et Savart, respectivement, par les tourbillons absolus $\overline{\Omega'_a}$ et $\overline{\Omega_a}$ contenus dans $(\mathcal{V} + \mathcal{V}_0)$ et dans le fluide extérieur à ce domaine.

La *réaction absolue* $(\overline{F}, \overline{G})$ ($\overline{F}$, résultante; $\overline{G}$, moment résultant) du fluide sur S peut être évaluée en comparant les systèmes contenus à l'intérieur de S′ dans les courants réel et fictif. En faisant tendre S′, en tous ses points simultanément, vers S, on obtient, à la limite

$$(6) \quad (\overline{F}, \overline{G}) \sim \int_S \overline{n}(q_0 - q_S)\,ds - 3\rho\int_{\mathcal{V}_0} \omega^2 \overline{d}\,dv$$
$$- 2\rho\int_{\mathcal{V}_0} (\overline{V}''_{\Omega_a} \times \overline{\omega})\,dv - 2\rho\int_{\mathcal{V}_0}\int_S (\overline{\omega})_P \frac{(\overline{\Omega}_a . \overline{n})_P}{2\pi r_{PP'}}\,ds_P\,dv_P$$
$$+ \rho\int_S \left\{ [\overline{V}_0 + (\overline{\omega} \times \overline{d}) + \overline{V}''_{\Omega_a}] \times \overline{\gamma} \right\} ds + \rho\int_S\int_S (\overline{\gamma}_{P'})_P \frac{(\overline{\Omega}_a . \overline{n})_P}{4\pi r_{PP'}}\,ds_P\,ds_{P'}.$$

[$\overline{\gamma} = (\overline{n} \times \overline{V})$, intensité de la nappe de tourbillon S, limite du courant fictif $\mathcal{V}$. L'indice P ou P′ désigne le point où une grandeur est évaluée. Si l'indice est double, le deuxième précise, pour un vecteur, le point d'application supposé différent.]

La relation (6) exprime $(\overline{F}, \overline{G})$ en fonction des conditions sur $S(q_S, V_S)$ et des singularités absolues à l'extérieur de l'obstacle. Celles-ci étant localisées à distance finie de S, la *vitesse absolue s'annule à l'infini comme* $\frac{1}{R^3}$ en vertu de (5) et de la forme de la loi de Biot et Savart, résultat déjà établi par M. Painlevé. En tenant compte d'une remarque faite par M. H. Vergne [1], on montre que $\overline{F}$ et $\overline{G}$ sont perpendiculaires à $\overline{V}_0$.

Si le mouvement absolu dépend d'un *potentiel continu* à l'extérieur de S, on a, en appelant $-\overline{V}_e[= -\overline{V}_0 - (\overline{\omega} \times \overline{d})]$ la vitesse d'entraînement d'un point de S :

$$(\overline{F}, \overline{G}) = \rho\int_E (\overline{V}_e \times \overline{\gamma})\,ds - 3\int_{\mathcal{V}_0} \rho\omega^2 \overline{d}\,dv \qquad [\overline{F}.\overline{V}_0 = 0;\ \overline{G}.\overline{V}_0 = 0].$$

Cette expression simple *généralise* et *complète* le théorème de Joukowski et un théorème de M. Pascal [2]. L'énoncé de celui-ci ne vise que la résul-

---

[1] et [2] Cf. la Note de M. P. Noaillon et les remarques de M. J. Hadamard (*Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1057).

tante $\overline{F}$ et le cas du solide en translation; celui du premier est en outre restreint au problème plan.

II. Si les singularités absolues atteignent l'infini, le régime permanent étant la limite d'un régime continûment varié, on peut montrer que (5) et (6) *subsistent.*

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le régime de l'émission positive dans un nouveau tube métallique à anode chauffée.* Note (¹) de M. **Max Morand**, présentée par M. A. Cotton.

1. J'ai précédemment indiqué (²) comment on peut obtenir une émission très régulière de rayons positifs en employant une anode chauffée terminée par une pointe recouverte de sels métalliques. Quand le vide dans le tube est suffisamment grand, on peut étudier facilement le régime de l'émission pourvu que le tube puisse supporter sans difficulté de grandes variations de potentiel; ceci est difficilement réalisable avec un tube en verre. Aussi ai-je fait construire un tube métallique qui m'a permis de faire commodément cette étude. Ce tube peut, en effet, supporter aisément des différences de potentiel de 100000 volts; le vide qui y règne est aussi bon que celui d'un appareil en verre. De plus, il a été pourvu d'un dispositif spécial permettant de remettre du sel sur la pointe, en cours de fonctionnement, et plusieurs fois de suite sans avoir besoin de le démonter.

2. J'ai étudié la variation du débit en rayons positifs quand on fait varier la différence de potentiel aux bornes du tube. Ce débit dépend également de la température de l'anode et de la nature des sels déposés à sa surface. J'ai employé un mélange de chlorure, bromure, iodure de lithium de composition constante, et j'ai seulement fait varier la température de l'anode au moyen d'un chauffage auxiliaire. On obtient ainsi pour chaque température une courbe déterminée; toutes les courbes ont des formes semblables.

3. Le débit est d'abord nul lorsque la différence de potentiel est inférieure à une certaine valeur V_0, qui dépend de la forme de l'anode, de sa

---

(¹) Séance du 19 octobre 1925.

(²) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1528.

distance à la cathode, et de sa température (¹). Puis il croît suivant une loi qui se représente assez bien par la formule $i = k(V - V_0)^{\frac{3}{2}}$. Lorsque le débit devient plus considérable, il croît plus rapidement que ne le voudrait la loi de la puissance $\frac{3}{2}$, et quand il atteint une certaine valeur, le régime change complètement. Le tube fonctionne alors à tension constante V_1, et cette grandeur paraît dépendre de la distance de l'anode à la cathode. Le tube se comporte dans ces conditions comme s'il avait une force contre-électromotrice constante, sans résistance apparente.

Les potentiels V_0 et V_1 sont très variables et peuvent être compris entre 15000 et 80000 volts. Le fonctionnement du tube ayant pour effet d'échauffer l'anode, il convient de ne laisser passer le courant que pendant le temps nécessaire aux lectures, et de laisser ensuite le tube reprendre sa température d'équilibre. On remarquera qu'on n'arrive ainsi à aucun courant de saturation.

4. Ces résultats paraissent s'expliquer de manière particulièrement simple : tant que la différence de potentiel n'a pas atteint la valeur V_0, le champ à l'anode est insuffisant pour en faire sortir des ions positifs; quand le champ augmente, des ions positifs sont arrachés; l'halogène libéré donne sa charge à l'anode et s'en va ensuite à l'état neutre; mais la charge spatiale des ions sortis du sel empêche la croissance du débit : c'est la partie de la courbe correspondant à la loi de la puissance $\frac{3}{2}$. Le débit augmentant encore, il y a ionisation de l'halogène autour de l'anode; ces ions sont de deux sortes; les uns, positifs, vont vers la cathode; les autres, négatifs, se précipitent sur l'anode pour le bombarder en détruisant la charge spatiale. Il s'établit un régime d'arc à tension constante. Quant aux ions positifs d'halogènes, ils doivent venir émettre leurs raies caractéristiques, comme les ions métalliques, en venant se neutraliser à la surface de la cathode.

5. La chute de potentiel dans le tube est uniforme sauf au voisinage de l'anode où l'on constate l'existence d'une chute de potentiel de grandeur anormale. La chute de potentiel à la cathode devient rigoureusement nulle.

(¹) V_0 décroît quand la température de l'anode augmente. Dans ces expériences, la température était maintenue entre 200 et 300°, au-dessous du point de fusion du mélange de sels.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Comparaison de la théorie de l'onde explosive avec quelques expériences récentes.* Note de M. E. **Jouguet**, présentée par M. H. Le Chatelier.

I. Dans des expériences récentes ([1]), M. Laffitte a réalisé des ondes de choc et combustion sphériques ayant la célérité de l'onde explosive plane.

Cette observation est contraire à une prévision théorique que j'avais formulée dans ma *Mécanique des Explosifs* ([2]) p. 364. Mais il est possible de faire disparaître la contradiction entre la théorie et l'expérience. Tout d'abord, la formule (59), page 361 de cet Ouvrage, montre que, lorsque l'onde se rapproche de l'onde critique ($D_2 = E_2$), sa célérité varie lentement. D'autre part la formule (61) montre que, r et $\frac{1}{\sigma_2}\frac{d\sigma_2}{dt}$ étant donnés, il existe une onde, que je désignerai par M_0, d'accélération nulle. L'onde réelle M est différente de M_0, mais la formule (61) apprend que l'onde M tend à tout instant à se rapprocher de l'onde M_0 qui correspond aux valeurs de r et de $\frac{1}{\sigma_2}\frac{d\sigma_2}{dt}$ existant dans M à cet instant. La propagation se fait donc par une onde qui festonne autour de l'onde M_0, elle-même variable.

Or, $\frac{1}{\sigma_2}\frac{d\sigma_2}{dt}$ étant très grand, M_0 est très voisine de l'onde critique, à tel point (cela peut se vérifier par des calculs numériques exécutés pour les conditions où s'est placé M. Laffitte) que la différence entre la célérité des deux ondes peut être insensible. Il doit en être à peu près de même pour M. Si donc il est bien exact que la propagation sphérique n'est pas rigoureusement uniforme, elle peut néanmoins se faire avec une célérité sensiblement constante, sensiblement indépendante des conditions aux limites en arrière, et sensiblement égale à celle de l'onde explosive plane.

Le raisonnement précédent suppose qu'on renonce aux doutes que j'avais émis sur l'existence des ondes de choc et combustion plus rapides que le son dans le milieu qui les suit. Il paraît probable que ces doutes, que je n'avais d'ailleurs formulés qu'avec des réserves, étaient exagérés.

II. M. Laffitte a provoqué l'onde explosive dans les tubes soit par la détonation du fulminate de mercure, soit par l'étincelle électrique.

Dans le premier cas, l'établissement de l'onde explosive est précédé d'une

---

([1]) *Recherches expérimentales sur l'onde explosive et l'onde de choc* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1925).

([2]) Chez Doin, Paris, 1917.

propagation plus rapide, passant progressivement à l'onde explosive proprement dite. C'est là une vérification du théorème de M. Crussard sur la stabilité de l'onde explosive.

Dans le second cas, il se produit d'abord une onde préliminaire, à célérité variable et inférieure à celle de l'onde explosive, qui passe à l'onde explosive proprement dite avec une certaine discontinuité.

Cette onde préliminaire donne, sur les photographies, une luminosité moins grande et répartie sur un espace moins étroit que l'onde explosive. Aussi pensé-je qu'elle est constituée par une onde dans laquelle la combustion n'est pas complète et qui est suivie, en arrière du front, par une combustion résiduelle *irréversible*. Les expériences de M. Audibert portent à penser que les ondes à combustion résiduelle irréversible jouent aussi un rôle dans la détonation des explosifs solides (1). J'ai donné quelques indications sur les propriétés de telles ondes dans mon Mémoire *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz* (2) : leur célérité est généralement variable, comme celle des ondes préliminaires de M. Laffitte.

III. Dans les calculs que j'ai faits autrefois pour comparer les célérités de l'onde explosive calculées et observées, j'ai utilisé les chaleurs spécifiques de Mallard et Le Chatelier. Il m'a paru intéressant d'en reprendre quelques-uns avec les formules données par Kast (3) d'après les expériences de Pier et Bjerrum. Dans le tableau ci-après, T_2 et p_2 sont la température absolue et la pression (en atmosphères) calculées au front de l'onde. Les degrés de dissociation admis n'ont pas été pris arbitrairement, mais choisis en extrapolant ce qu'on sait sur la dissociation de H^2O et de CO^2.

	Calculs avec les chaleurs spécifiques de								
	Mallard et Le Chatelier.				Kast.				
Mélanges.	Degré de dissociation (admis).	p_2.	T_2.	Célérité (m. sec.).	Degré de dissociation (admis).	p_2.	T_2.	Célérité (m. sec.).	Célérité observée (Dixon).
$H^2 + O$..............	0	17,5	3956	2629	0	21,1	4780	2907	2821
$H^2 + O$..............	25 %	17,4	3550	2664	35 %	18,5	3950	2864	2821
$H^2 + O + 5H$.........	0	14,4	2596	3526	0	16,15	2940	3767	3530
$CO + O$ + humidité...	0	17,2	3852	1664	0	26,3	6000	2106	1676
$CO + O$ + humidité...	37 %	17,35	3350	1687	47 %	21,0	4000	1910	1676

(1) AUDIBERT, *La sécurité du tir en milieu inflammable* (*Annales des Mines*, 12e série, 6, 1924, p. 63).

(2) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 6e série, 2, 1906, p. 22 à 49 (articles 24-28) et 79 à 81 (article 44).

(3) *Spreng- und Zündstoffe* (Braunschweig, Vieweg u. S., 1921).

Ces calculs sont faits en supposant une combustion résiduelle nulle. La présence d'une combustion résiduelle *réversible* modifie peu leurs résultats : elle tend à baisser très légèrement les célérités calculées.

L'accord entre le calcul et l'expérience reste satisfaisant, pour H, avec les formules de Kast. Il l'est moins pour CO. La divergence, toutefois, n'est pas suffisante pour condamner une théorie qui n'est évidemment qu'une première approximation. Bien des causes peuvent l'expliquer. En particulier, les grandes valeurs de T_2 montrent que le calcul exige une extrapolation très grande, donc très incertaine, des lois de la dissociation et des chaleurs spécifiques. Pour les chaleurs spécifiques notamment, on sait bien aujourd'hui que les formules de Mallard et Le Chatelier les font croître trop rapidement avec la température [1]. Il est permis de se demander si celles de Kast ne les font pas, au contraire, croître trop lentement, surtout pour CO^2.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Propriétés optiques des isomères éthyléniques.* Note [2] de MM. **J. Errera** et **Victor Henri**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons étudié l'absorption quantitative des rayons ultraviolets, par une série de dérivés éthyléniques *cis* et *trans*; nous avons rapproché nos résultats de ceux obtenus en 1913 par l'un de nous avec Bielecki [3] et de ceux que récemment Bruylants et Castille ont publiés [4].

La configuration des six premiers couples du tableau I est connue; elle a été déterminée par des arguments chimiques. Pour les deux derniers, on sait par le travail de Bruylants et Castille, que l'acide crotonique solide (F. 72°) et le nitrile (Éb. 108°) ont la même configuration, mais la question était encore ouverte de savoir s'ils sont *cis* ou *trans*.

Il résulte des observations sur les six premiers couples que nous résumons en deux tableaux les règles générales suivantes :

1° L'absorption ultraviolette du dérivé *trans* est supérieure à celle du dérivé *cis;*

2° Le pouvoir réfringent correspondant à la raie D est plus élevé pour le Stéréoisomère qui absorbe le plus;

---

(1) Voir notamment Burlot, *Détermination de la force théorique et du covolume des explosifs* (*Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 968).

(2) Séance du 12 octobre 1925.

(3) *Ber.*, **46**, 1913, p. 2596.

(4) *Acad. roy. Belg.*, *Mémoires*, **8**, 1925, p. 1 à 30.

3° La différence d'absorption apparaît d'une façon d'autant plus marquée que la longueur d'onde est plus petite.

TABLEAU I.

Corps.	Rm (D) Cis.	Rm (D) Trans.	Absorption dans l'ultraviolet. Cis.	Absorption dans l'ultraviolet. Trans.	Spectres étudiés par
HClC = CClH (1) Dichloroéthylènes	20,25	20,56	—	+	J. Errera et Victor Henri
C^2H^5HC = CHBr Bromoéthyléthylènes	27,8	27,9	—	+	» »
CH^3HC = CHBr Bromométhyléthylènes	27,80	27,85	—	+	» »
HIC = CClH Chloroiodoéthylènes	28,6	29,5	—	+	» »
COOHHC = CHCOOH Acides maléique et fumarique	éther 42,23	éthyl. 42,9	—	+	Victor Henri et Bielecki.
COONCH^{3}C = CHCOOH Acides citraconique et mesaconique	éther 37,2	méthyl. 38	—	+	» »
CH^3HC = CHCN Nitriles isocrotonique et crotonique	20,5 (éb. 121°)	20,7 (6) (108°)	—	+	Bruylants et Castille.
CH^3HC = CHCOOH Acides isocrotonique et crotonique	21,4 (F. 15°,5)	22,85 (F. 72°)	—	+	» »

MM. M. Lepingle et A. Henne ont préparé certains des couples précédents.

TABLEAU II. — *Coefficients d'absorption moléculaires.*

Corps.	λ = 3611.	3075.	2694.	2520.	2410.	2307.	2200.	2100.
HClC = CClH *cis*	"	"	"	0,13	3,5	33	890	"
» *trans*......	"	"	"	0,18	7	117	3510	"
» Rapport....	"	"	"	1,4	2	3,5	3,9	"
C^2H^5HC = CHBr *cis*......	"	"	0,42	6,0	44	175	480	660
» *trans*....	"	"	0,46	6,9	53	240	795	1000
» Rapport..	"	"	1,1	1,15	1,2	1,4	1,6	1,5
CH^3HC = CHBr *cis*.......	"	0,35	1,17	14	58	160	290	330
» *trans*.....	"	0,44	2,34	21	87	210	510	700
» Rapport..	"	1,26	2,0	1,5	1,5	1,3	1,76	2,1
HIC = CClH *cis*..........	1,17	16	200	360	1200	4600	7000	9800
» *trans*.......	1,17	16,6	240	470	1500	6900	10400	11700
» Rapport.....	1,0	1,1	1,2	1,3	1,25	1,5	1,5	1,2

(1) Voir *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 2049.

L'ensemble de ces données physiques permet d'apporter des arguments en faveur d'une configuration déterminée qui viennent s'ajouter aux arguments chimiques. Nous sommes ainsi conduits à placer l'acide crotonique solide et le nitrile correspondant dans la série des dérivés *trans*.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur divers états de l'oxyde de glucinium.* Note de MM. **H. Copaux** et **C. Matignon**, présentée par M. Ch. Moureu.

Quand on calcine du carbonate basique de glucinium, sel conuu de tous ceux qui ont étudié les combinaisons de ce métal, on obtient pour résidu de la glucine, exempte des bases voisines, aussi bien que de l'acide du sel ayant servi à préparer le carbonate basique, pourvu que la précipitation du carbonate ait été renouvelée au moins deux fois.

Pour mieux connaître l'état de l'oxyde résiduel, en fonction de la température de calcination du carbonate, nous avons suivi la marche de la décomposition en introduisant $1^g,5$ à 2^g de sel basique dans un creuset de platine suspendu sous le plateau d'une balance par un fil de platine de $0^{mm},8$ de diamètre, long de 70^{cm}. Le creuset pénétrait dans un tube vertical chauffé électriquement, dont l'orifice inférieur était fermé par une épaisse bourre d'amiante, traversée par un pyromètre; l'orifice supérieur du tube portait un bouchon réfractaire, percé d'un trou central, juste assez large pour laisser passer le fil sans frottement.

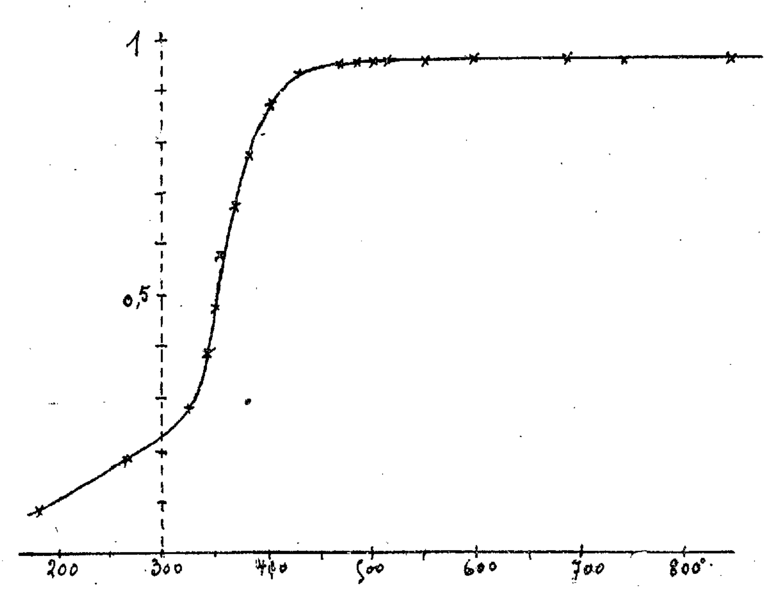
A mesure que le creuset s'allégeait de l'eau et du gaz carbonique émis par son contenu, on rétablissait l'équilibre de la balance en ajoutant les poids nécessaires; la sensibilité de ce dispositif était de $0^{mg},5$, même aux environs de 1000°.

On voit sur le graphique qu'à 500-550°, la décomposition principale est accomplie, mais que l'oxyde continue à perdre un peu de poids aux températures supérieures ($0^g,006$ sur 1,505 de sel entre 600 et 850°), soit qu'il abandonne un reste d'eau occluse, soit plutôt qu'il se polymérise progressivement avec perte d'eau.

Densité de l'oxyde calciné à diverses températures. — A partir de 700°, l'oxyde, en même temps qu'il perd du poids, devient progressivement plus dense, comme l'indiquent les mesures suivantes, prises dans l'essence de térébenthine à 15° et rapportées à l'eau à 15° :

Oxyde préparé par calcination du carbonate basique à....	775°	875°	1100°
Densité........................	2,876	2,926	3,010

Le nombre 3,010 est très voisin de ceux que P. Lebeau a obtenus en 1896 sur de la glucine cuite à 1200° et au delà : 3,010 à 3,025, à 0°.



Abscisses : températures; ordonnées : pertes de poids en grammes de 1g,505 de carbonate basique séché à froid.

Vitesse de dissolution. — En outre, l'oxyde transformé se dissout beaucoup moins promptement dans l'acide fluorhydrique que celui qui ne l'est pas encore.

Ainsi, une partie de glucine provenant du carbonate calciné à 800° se dissout complètement en deux minutes, à 12°, dans 500 parties d'acide fluorhydrique à 300g par litre, tandis qu'il faut 25 minutes environ, dans les mêmes conditions, pour atteindre la limpidité complète, avec de la glucine cuite à 1100°.

Chaleur de dissolution dans l'acide fluorhydrique. — Nous avons repris à cette occasion la mesure de la chaleur de dissolution de la glucine dans l'acide fluorhydrique, déjà faite antérieurement par l'un de nous, mais sans distinction d'état de l'oxyde [1].

Voici un exemple de nos déterminations :

---

[1] H. Copaux et Ch. Philips, *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 579.

Glucine cuite à 1100°	$0^{g},7132$
Acide à 303^{g} FH par litre	$352^{g},5$
Chaleur spécifique de cette solution	0,77
Valeur en eau du calorimètre et des accessoires	$7^{g},38$

$$\Delta t = 23°,222 - 21°,100 + 0,148 = 2°,270.$$

Durée totale de la dissolution	21 minutes
Chaleur de dissolution à 21°-23°	$22^{cal},20$
	(pour GlO = 25,02)

Voici maintenant l'ensemble de nos résultats :

	Glucine provenant d'un même échantillon de carbonate calciné			
	à 800°		à 1100°.	
Chaleur de dissolution à 23°...	22,03 (H. C.)	21,99 (C. M.)	22,20 (H. C.)	22,40 (C. M.)
	22,18 »	22,06 »	22,23 »	

Ici la différence est faible, et dans un sens imprévu, car nous nous attendions à trouver des nombres plus forts pour l'oxyde le moins calciné. (Nous avons tenu compte dans le calcul des 3 millièmes environ d'eau restant dans la glucine cuite à 800°.)

Il est vrai que l'acide fluorhydrique est un milieu si incommode que, malgré le soin apporté à nos expériences, nous n'osons pas garantir la certitude de cette anomalie. Mais nous ne sommes pas tentés non plus de l'écarter comme incompatible avec les lois thermodynamiques, parce qu'il s'agit ici, non pas d'un changement dimorphique simple, mais d'une transformation qui se complique d'une perte d'eau, et si la déshydratation proprement dite absorbe plus de chaleur que n'en dégage le changement d'état, le contenu d'énergie le plus grand doit être dans l'oxyde le plus calciné.

Quoi qu'il en soit, il est prouvé par ce qui précède que la glucine évolue sous l'effet de la chaleur, comme tant d'autres oxydes, contrairement à ce qui est généralement écrit, et que pour atteindre son état définitif, elle doit être calcinée à une température assez haute qui, lorsqu'on est parti du carbonate basique, est de l'ordre de 1000°.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'action des solutions de chlorure de sodium sur les métaux ferreux*. Note (¹) de M. **René Girard**.

Comme point de départ d'une étude systématique de la corrosion des métaux ferreux par l'eau de mer, des plaques d'acier et de fontes de

(¹) Séance du 19 octobre 1925.

$50^{mm} \times 50^{mm} \times 3^{mm}$ ont été d'abord soumises à des immersions dans des solutions salées.

Les métaux répondaient aux analyses suivantes :

	Carbone total.	Carbone combiné.	Carbone libre.	Si.	Mn.	S.	P.
Acier......	0,42	0,42	"	traces	0,69	"	0,07
Fonte 1.....	3,23	0,35	2,88	2,59	0,52	0,041	1,39
Fonte 3.....	3,12	0,65	2,47	1,60	0,59	0,079	1,82
Fonte 5.....	3,29	0,27	3,02	3,25	0,55	0,027	1,85

Les plaques étaient plongées à la profondeur de 50^{mm} dans des solutions à 20^{g} NaCl par litre aérées ou désaérées pendant des périodes de 12 heures ou de 24 heures suivant la série. Au bout de chaque période, les plaques étaient lavées, séchées, frottées à la main dans des conditions aussi identiques que possible et toujours par le même expérimentateur, pesées et replacées pour une nouvelle période dans la solution neuve. Ces traitements très sévères ont été prolongés pendant 272 jours.

On a observé des différences remarquables, d'une part entre l'action des solutions aérées et celle des solutions désaérées, d'autre part entre l'acier et les fontes.

1° En solution désaérée, les fontes et l'acier perdent régulièrement du poids.

On a trouvé :

	Acier.	Fonte 1.	Fonte 3.	Fonte 5.
Perte de poids apparente en 272 jours..	$1^{g},57$	$1^{g},38$	$1^{g},52$	$1^{g},73$
Perte de poids réelle.................	1,65	1,44	1,55	1,77
Moyenne............			1,59	

La perte de poids réelle a été obtenue après nettoyage des plaques à l'émeri. Les métaux sont régulièrement attaqués.

2° En solution aérée, l'attaque de l'acier correspond encore à une perte de poids régulière. Mais le métal est très profondément creusé au centre par des figures de corrosion (*fig.* 1). L'attaque des fontes est plus complexe. On constate d'abord une perte du poids pendant environ un mois. Puis celui-ci passe par un minimum, croît, reprend la valeur initiale en quatre mois environ et enfin se fixe vers six mois à une valeur constante. Au cours de cette évolution, on constate que les fontes se recouvrent très régulièrement de produits surtout ferriques et l'on observe qu'elles sont, en définitive, moins attaquées que l'acier (*fig.* 2).

On a trouvé :

	Acier.	Fonte 1.	Fonte 3.	Fonte 5.
	g	g	g	g
Perte de poids apparente en 272 jours.......	1,025	0,184	0,103	0,002
Perte de poids réelle.....................	1,604	1,224	1,147	1,160
Poids des oxydes attachés : P_1..............	0,578	1,408	1,250	1,162
Poids d'oxyde ferrique théoriq. formé : P_2...	3,06	2,34	2,19	2,22
Coefficient d'adhérence : $\frac{P_1}{P_2}$..............	0,19	0,60	0,57	0,52
Moyenne.................			0,56	

De la discussion des résultats obtenus on peut tirer plusieurs conclusions :

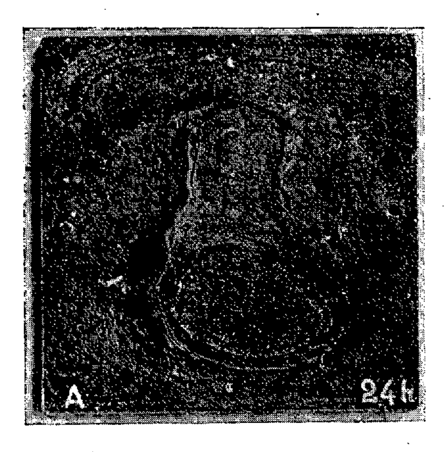


Fig. 1. — Acier.

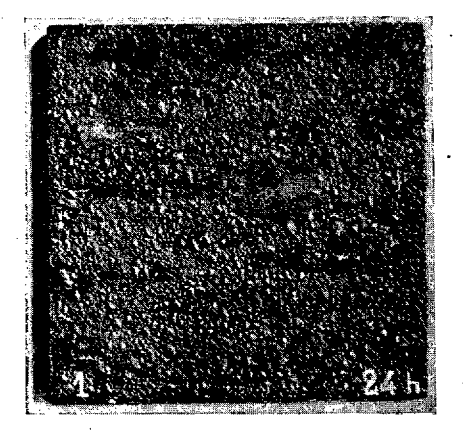


Fig. 2. — Fonte.

a. L'attaque des métaux ferreux est à peu près la même pour tous dans la solution désaérée où il ne se produit aucun revêtement.

b. Quand il se produit d'abondants précipités ferriques (solution aérée), l'adhérence de ces produits est plus grande sur les fontes que sur l'acier. Cette dissemblance est certainement due aux différences de structure superficielle.

c. Les revêtements des fontes sont protecteurs. On a trouvé en effet pour la diminution relative d'attaque entre les solutions désaérées et les solutions aérées les nombres suivants :

Acier................................	11 pour 100
Fonte 1..............................	20 »
Fonte 3..............................	27 »
Fonte 5..............................	32 »

Ces pourcentages doivent croître pour les fontes avec la durée de l'expérience.

En résumé, on peut dire que dans les conditions particulières des expériences, l'acier est corrodé dans les deux solutions, tandis que la fonte, corrodée en solution désaérée, subit un enrouillement protecteur en solution aérée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques homologues du phénylpropine vrai.* Note [1] de MM. **L. Bert**, **P.-Ch. Dorier** et **R. Lamy**, présentée par M. Moureu.

L'un de nous a montré dans une précédente Note [2] que la condensation du dichloro-1.3-propène avec une combinaison organomagnésienne mixte RMgX à radical R cyclique, fournit, avec un excellent rendement, le dérivé ω-chlorallylé de formule

$$R - CH^2 - CH = CHCl.$$

Lorsqu'on traite, dans des conditions convenables, 1^{mol} de ce dérivé par $2^{mol},5$ d'amidure de sodium, on obtient le composé $R - CH^2 - C \equiv CNa$, que l'eau acidulée transforme en carbure acétylénique vrai :

$$R.CH^2 - C \equiv CH.$$

L'objet de la présente Note est de faire connaître les résultats obtenus dans cette voie.

Les homologues suivants du phénylpropine vrai, non encore décrits à notre connaissance, ont été préparés avec un rendement voisin de 75 pour 100, en suivant le mode opératoire de M. Bourguel [3], amélioré par l'agitation mécanique systématique des corps mis en réaction à la température de 110-120°.

Dérivé RX générateur.	Homologue du phénylpropine vrai correspondant.	
Chlorure de benzyle	Phénylbutine	(*a*)
o-Bromotoluène	*o*-Méthylphénylpropine	(*b*)
p-Bromotoluène	*p*-Méthylphénylpropine	(*c*)
4-Bromo-*m*-xylène	*m*-Xylyl-4-propine	(*d*)
2-Bromo-*p*-xylène	*p*-Xylyl-2-propine	(*e*)
p-Bromocumène	*p*-Isopropylphénylpropine	(*f*)
2-Bromo-*p*-cymène	Carvacrylpropine	(*g*)

(1) Séance du 19 octobre 1925.

(2) L. Bert, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1504.

(3) Bourguel, *Annales de Chimie*, 10e série, 3, 1925, p. 217 (*b*) à 219.

Nous avons préparé, pour l'analyse et la détermination des constantes de ces carbures, des échantillons de pureté parfaite par régénération des combinaisons cupriques.

Les constantes sont les suivantes :

	Eb_{15}.	d_4^0.	d_4^{14}.	n_D^{14}.	$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d}$.	R_m théorique.
(*a*).....	83°	0,928	0,918	1,518	42,91	42,78
(*b*).....	80	0,951	0,940	1,532	42,85	42,78
(*c*).....	83	0,958	0,947	1,533	42,58	42,78
(*d*).....	95	0,952	0,941	1,534	47,56	47,40
(*e*).....	98	0,951	0,939	1,531	47,44	47,40
(*f*).....	101	0,933	0,924	1,523	52,23	52,02
(*g*).....	115	0,929	0,919	1,525	57,35	56,63

Ces carbures constituent des liquides incolores quand ils sont fraîchement distillés, mobiles, très aptes à mousser, doués d'une odeur spéciale, assez pénétrante et tenace.

Certains jaunissent à la longue.

Tous donnent avec le nitrate d'argent alcoolique des précipités de couleur blanche, peu solubles dans l'alcool chaud et avec le chlorure cuivreux ammoniacal des combinaisons solides de couleur jaune. Ces combinaisons cupriques sont instantanément décomposées à froid par l'acide chlorhydrique concentré.

La méthode de préparation de carbures acétyléniques vrais, dont nous venons d'indiquer les premiers résultats, ne diffère de celle proposée par MM. Lespieau et Bourguel que par l'emploi du dichloro-1.3-propène au lieu du dibromo-2.3-propène utilisé dans des conditions semblables par ces auteurs. Elle présente sur la leur l'inconvénient d'une généralité moins grande, puisque le reste $-CH^2-CH=CHCl$ ne se soude bien que sur un noyau. Elle a par contre l'avantage, en série aromatique : 1° d'une rapidité d'exécution plus grande, tant que les propènes dichloré-1.3. et dibromé-2.3. ne seront pas des produits commerciaux; 2° d'un prix de revient beaucoup moindre, à tel point qu'il nous est permis de considérer les carbures acétyléniques vrais que nous venons de décrire, auxquels il faut joindre le phénylpropine, comme facilement accessibles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés de la glycérine acétylénique*
$HC \equiv C.CHOH.CHOH.CH^2OH$.
Note de M. **Lespieau**, présentée par M. Moureu.

L'action du dichlorure d'acroléine sur le dérivé dimagnésien de l'acétylène permet d'arriver à la dichlorhydrine

$$CH \equiv C.CHOH.CH^2Cl.CH^2Cl$$

liquide bouillant à 91-92°, ainsi qu'il a été communiqué précédemment (¹). Jusqu'ici pour séparer ce corps du milieu où il a pris naissance, on acidulait, extrayait à l'éther, puis distillait dans le vide de la trompe à eau. Mais cette dichlorhydrine est retenue énergiquement par les composés plus complexes formés en même temps qu'elle, il faut surchauffer beaucoup et l'opération se termine généralement par une explosion. Il est donc préférable de substituer une distillation dans la vapeur d'eau à la distillation directe.

De cette dichlorhydrine on peut passer à l'épichlorhydrine acétylénique

$$CH \equiv C.\underset{\diagdown\;\;O\;\;\diagup}{CH - CH}.CH^2Cl$$

liquide bouillant à 58-60° sous 20^{mm}, ayant à 23° une densité de 1,1592 et un indice 1,472 pour la raie D, ce qui implique une réfraction moléculaire 28,14, la théorie voulant 27,60. Il y a donc une exaltation ici, mais le fait semble normal, car actuellement j'ai réussi à obtenir trois composés possédant une fonction oxyde d'éthylène voisine d'une triple liaison, et chez les trois on observe une notable exaltation du pouvoir réfringent moléculaire. Cette épichlorhydrine précipite les réactifs habituels des composés acétyléniques vrais.

Pour l'obtenir on attaque la dichlorhydrine par la potasse. Il est classique en pareil cas d'opérer au sein de l'éther en utilisant de la potasse sèche pulvérisée, mais ici cela ne réussit pas, on n'obtient qu'une poudre amorphe jaune, non chlorée, soluble dans l'acide acétique en rouge brun, et qui, d'après une cryoscopie faite dans ce solvant, possède un poids moléculaire voisin de 462.

Par contre on obtient l'épichlorhydrine cherchée, avec un rendement de

(¹) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1606.

85 pour 100, en agitant à froid la dichlorhydrine avec un excès de potasse en solution aqueuse à 10 pour 100.

L'hydratation de cet oxyde d'éthylène se fait en quelques jours, à 100°, par simple contact avec un excès d'eau distillée. On arrive ainsi presque quantitativement à la monochlorhydrine

$$CH \equiv C.CHOH.CHOH.CH^2Cl$$

liquide visqueux passant à 131-132° sous 16mm, possédant à 16° une densité de 1,289 et un indice pour la raie D 1,504, d'où une réfraction moléculaire normale 30,90, la théorie voulant 31,22. Une cryoscopie acétique lui assigne un poids moléculaire égal à 136, le nombre voulu étant 134,5.

Si à cette monochlorhydrine on ajoute du méthylate de sodium, on obtient la monométhyline

$$CH \equiv C.CHOH.CHOH.CH^2OCH^3$$

liquide passant à 100° sous 3mm environ, ayant à 17° une densité de 1,120 et un indice 1,4720 (raie D), d'où une réfraction moléculaire 32,56, la théorie voulant 32,53. Une cryoscopie acétique lui assigne un poids moléculaire égal à 136 au lieu de 130. La séparation de cet éther d'avec la majeure partie du chlorure de sodium formé en même temps se fait par filtration, mais il reste néanmoins du sel et à la distillation, après qu'on a obtenu à peu près le cinquième de l'éther formé, ce qui reste dans le ballon se décompose d'une façon explosive.

La monochlorhydrine et la monométhyline dont il vient d'être question précipitent le nitrate d'argent alcoolique, mais non le chlorure cuivreux ammoniacal. J'ai déjà signalé le même fait pour le glycol

$$CH \equiv C.CHOH.CH^2OH,$$

ainsi que le peu de sensibilité du chlorure cuivreux ammoniacal vis-à-vis du pentine 1-ol-3. Tous ces composés acétyléniques ajoutés à de la poussière de chlorure cuivreux, prise en suspension dans un peu d'eau, transforment assez rapidement cette poudre blanche en une poudre fortement jaune. Les autres composés acétyléniques vrais ayant aussi une action dans les mêmes conditions, il semble plus sûr, pour caractériser la présence de tels corps, d'employer le chlorure cuivreux humide, que la solution ammoniacale de ce réactif.

GÉOLOGIE. — *La série sédimentaire du centre de l'Indochine.* Note (¹) de M. J. **Fromaget**, transmise par M. Ch. Depéret.

Mes études sur le terrain, durant 17 mois de campagne dans la région de l'Indochine française comprise entre les parallèles $19^G 10'$ et $21^G 50'$ m'ont permis d'en établir la succession stratigraphique suivante :

Cambrien. — Ce système n'a été identifié nulle part.

Silurien. — *Ordovicien.* — 1. Schistes noirs très durs et quartzites noirs. — 2. Schistes bruns et verdâtres souvent versicolores à *Dalmanites* cf. *socialis* Barr, de l'Ordovicien de Bohême. — 3. Grès gris brun, micacés. 4. Grès quartzite ferrugineux avec traces de fossiles. Ces grès paraissent correspondre aux grès de Dong Son qui ont livré à M. Jacob des trilobites ordoviciens.

Gothlandien. — Cet étage n'a pas encore été reconnu.

Dévonien inférieur. — 1. Partie inférieure des schistes noirs de Thanh Lang contenant *Athyris concentrica* V. Buch du Dévonien rhénan, *Maristolla* aff. *M. princeps* Hall, du Dévonien inférieur d'Amérique, *Spirifer* aff. *indifferens* Barr. du Dévonien inférieur de Bohême. — 2. Partie supérieure des schistes noirs de Thanh Lang à *Sieberella Sieberi* V. Buch, du Dévonien inférieur et moyen, *Atrypa reticularis* Linné du Gothlandien et du Dévonien inférieur et moyen, *Strophalosia productoides* Buch, du Dévonien moyen et supérieur.

Dévonien moyen. — 3. Calcschistes à Anthozoaires représentés surtout par des espèces du genre *Cyathophyllum.* — 4. Calcaires et schistes noirs de Xom Ve à *Stringocephalus Burtini* Defr., du Givétien, *Atrypa reticularis* Linné et *Bellerophon striatus* de Fer. et Vern., du Dévonien moyen.

Dévonien supérieur. — 5. Série de Xom Con Giau, près de Qui Dat comprenant des calcshistes noirs et roux, caractérisés par *Atrypa desquamata* Sow., *Spirifer* cf. *pachyrhynchus*, Murch. et *Ambocœlia infima* Whidborne du Dévonien supérieur, et par *Actinoptiera* aff. *Boydi* Hall de l'Hamilton group. — 6. Calcshistes noirs et violacés à *Ambocœlia gregaria* Hall *var. asiatica* Reed, du Dévonien du Pamir. — 7. Grès sans fossile. Cette succession, qui a été observée en Annam, paraît se retrouver également au Laos, à l'exception des grès supérieurs, remplacés par des calcshistes à brachiopodes.

(¹) Séance du 19 octobre 1925.

Tournaisien. — 1. Schistes gréseux contenant à leur base des cailloux roulés et déformés; cette formation qui a livré des fossiles remaniés du dévonien et qui possède également une faune propre à *Fenestella*, *Zaphrentis Omaliusi* Milne-Edwards, *Productus* aff. *plicatilis* Sow. du dinantien d'Europe, appartient sans doute à la base du Tournaisien. — 2. Schistes à *Productus* aff. *plicatilis* Sow. du Chuc A. — 3. Schistes à polypiers et Calcaires à *Martinia Ronensis* Nansuy. Ce niveau paraît être remplacé au Laos par des calcaires à polypiers et à *Martinia* aff. *M. glabra* Martin.

Viséen. — A partir du Dinantien supérieur, les facies et les faunes sont différents de chaque côté de la Chaîne annamitique.

Annam. — Schistes de la Khê à *Phillipsia* cf. *dubia* Etheridge, du Carbonifère inférieur d'Australie, *Productus* cf. *striatus* V. Waldheim de l'Anthracolithique, *P. sphæricus* Sow. du Viséen, *Chonetes conoides* Sow, du Viséen, *Martinia* cf. *lineata* Martin du Dinantien, *Streptorhynchus crenistriata* Phillips du Dévonien supérieur et du Dinantien.

Laos. — 1. Calcaires à *Syringopora* de B. Sop So. — 2. Séries de calcaires, schistes et phtanites contenant des Tétracoralliaires de très grande taille, des *Syringopora*, surtout caractérisés par *Productus giganteus* Martin et *Nomismoceras Kiliani* nov. sp. Cette espèce présente des affinités par sa forme générale avec *N. vittigerum* Phill. et par sa cloison avec *N. spirorbis* Phill.; elle paraît également se rapprocher de *N. rotiforme* Phill.; ces trois formes coexistent dans les calcaires bitumineux du Viséen du Yorkshire et dans les calcaires de Visé.

Moscovien. — En Annam cet étage n'a pas encore été reconnu; au Laos, il paraît représenté par des grès très ferrugineux (stannifères dans la région du Nam Hin Boun) contenant de très mauvaises empreintes de plantes; vers l'Est ces grès passent latéralement à un conglomérat argileux et très ferrugineux.

Ouralien. — 1. Calcaires noirs des environs de Mahaxay contenant une faune de petits *Productus*, parmi lesquels domine une forme du groupe de *P. semireticulatus*. Ces calcaires paraissent passer latéralement à un grès de phtanite. — 2. Calcaires de Nommalath alternant avec des lits de phtanites et contenant surtout *Productus Cora* d'Orb., et *Fusulina regularis* Schellw. — 3. Calcaires à productus de Kam Kout, à *Neofusulinella præcursor* Deprat, *Fusulinella quadrata* Deprat, *Griffithides Depereti* nov. sp. *Glyphioceras Jacobi* nov. sp. et très nombreux brachiopodes parmi lesquels domine *Spirifer rectangulus* avec ses nombreuses variétés. — 4. Calcaires à *Productus* de Ban Sang et de Ban Tha Thay à *Schwagerina princeps*

Erberg, *Fusulina multiseptata* Schellw, *F. alpina* var. *rossica* Schellw, etc. Cette zone également très riche en brachiopodes se fait surtout remarquer par l'abondance de *Spirifer Fritschi* Schellw. A ce niveau *Productus Cora* d'Orb. qui était très rare dans le niveau précédent est de nouveau largement représenté.

Permien. — 1. Calcaires de Ban Na Phao à *Fusulina Douvillei* Col. Cette fusuline appartient au niveau à *Doliolina lepida* Schwag, c'est-à-dire à l'Artinskien. — 2. Calcaires de Keng Chiet à *Sumatrima Annæ* Volz et *Fusulina gigantea* Deprat.

Trias. — 1. Poudingues. — 2. Grès gris quartziteux sans fossiles. — 3. Grès bruns sans fossiles. — 4. Marnes ou argiles rouges, et grès à ciment souvent calcaire; près de B. Hin, au Laos, cette formation a livré au commandant Dussault une faunule de lamellibranches rangée par M. Mansuy dans le Trias moyen ; c'est de la partie supérieure de cette formation que provient le *Dicynodon* de Luang Prabang déterminé par M. Repelin.

Lias (?). — Grès rouges à stratification entrecroisée, souvent salifères.

Tertiaire. — Poudingues et grès à lignites de Cua Rao. Ces grès contiennent des empreintes de feuilles attribuées au Mio-pliocène.

OCÉANOGRAPHIE. — *Reconnaissance et mesure des courants océaniques profonds*. Note de M. J. Thoulet.

Autant qu'on en puisse juger d'après le nombre restreint des documents récoltés directement et abstraction faite de la zone extrêmement mince des courants superficiels (200^{m}), la zone des courants océaniques profonds mesurables ne doit guère dépasser 2000 à 3000^{m}.

J'ai indiqué ailleurs pour la mesure de la vitesse infiniment faible de ces courants profonds un procédé à l'aide duquel j'ai trouvé en 1905, à bord de la *Princesse Alice*, au prince Albert de Monaco, au voisinage des Açores, dans l'Atlantique Nord, à des profondeurs de 150, 1000 et 1500^{m}, une vitesse ou pour mieux dire un gradient de 0,000051, 0,000164 et 0,000068.

La recherche des caractéristiques d'un courant profond s'appuie sur deux considérations :

1° Sur une distance de 100 à 150 milles au plus, la salure ($\sigma_0 - 1$) d'un courant profond peut être considérée comme constante, de sorte que l'existence de celui-ci est indiquée graphiquement par la coïncidence, sur une portion plus ou moins considérable de leur longueur, des courbes σ_0

tracées sur les diagrammes densimétriques de points appartenant à ce courant.

2° Si, en trois points d'un courant non situés en ligne droite et convenablement espacés, on exécute un sondage densimétrique et, pour chacun d'eux, les courbes des trois variables θ (température *in situ*), σ_0 (densité *in situ*) et σ_0 (densité normale à 0° et salure $\sigma_0 - 1$), on peut établir au sein de la masse liquide, grâce aux coordonnées géographiques de ces points, une colonne d'eau en forme de prisme triangulaire vertical.

En tout point d'une arête de ce prisme, c'est-à-dire à une profondeur quelconque, on peut supposer deux plans, l'un section droite triangulaire horizontale, le second, topographiquement oblique avec une inclinaison indiquée par les trois valeurs de σ_0 en chacun des sommets de la section triangulaire horizontale, la plus forte de ces valeurs étant placée le plus bas d'après la loi qui règle l'équilibre de liquides communicants de densité différente. Le courant coule comme s'il glissait suivant la ligne de plus grande pente de ce second plan idéal susceptible d'être matérialisé de la façon suivante.

Les coordonnées géographiques des trois points sondés étant marquées sur une carte marine, on mesure les longueurs des trois côtés du triangle ainsi formé; on construit celui-ci et l'on y indique son orientation par une ligne N-S. On découpe le triangle sur une feuille de papier et on l'applique sur une plaque mince de liège.

Le sommet de plus fort σ_0 étant placé le plus bas, en chacun des deux autres sommets on pique verticalement une épingle qu'on laisse dépasser par-dessous la plaque de liège, d'une hauteur proportionnelle à la différence existant entre les densités *in situ* de ces deux sommets et celle du point le plus bas. Cette plaque posée sur un plan horizontal matérialise alors le plan d'écoulement du courant d'après la loi de l'équilibre de liquides de densité différente contenus dans des vases communicants.

La plaque de liège étant installée au-dessus d'un plateau en carton recouvert d'une couche de sable, on l'oriente à l'aide d'une boussole puis, en un point quelconque de sa surface, on dépose une boulette de cire ou un grain de plomb qui, après avoir roulé suivant la ligne de plus grande pente, tombe dans le plateau où le sable l'arrête. On détermine alors d'après la boussole, l'azimut de la ligne de roulement qui indique la direction du courant.

Par ce procédé, en me servant de données recueillies à bord du *Challenger* et malgré les conditions peu favorables de l'exemple dont j'étais

forcé de me contenter, j'ai trouvé en une région située à environ 400 milles dans le nord-ouest de l'île Tristan da Cunba (Atlantique Sud), les caractéristiques moyennes suivantes du courant profond qui y existe.

Densité normale	$\sigma_0 = 1{,}0282$
Densité *in situ*	$\sigma_0 = 1{,}0269$
Profondeur	426^m
Épaisseur	287^m
Température	$9°{,}8$
Direction	Très sensiblement vers le SSW

L'angle calculé du plan d'écoulement de l'eau avec le plan horizontal donne le gradient du courant, c'est-à-dire sa vitesse qui, ainsi que je l'ai démontré antérieurement, est extrêmement faible.

Un petit nombre de groupes de trois sondages densimétriques, mis en diagrammes et déterminant chacun sa colonne d'eau prismatique triangulaire verticale, permettrait de dresser, pour une portion d'océan quelconque, la carte détaillée de la circulation dans toute l'épaisseur de la masse liquide.

VOLCANOLOGIE. — *Les phénomènes explosifs de l'éruption du volcan de Santorin*. Note de M. **Const. A. Ktenas**.

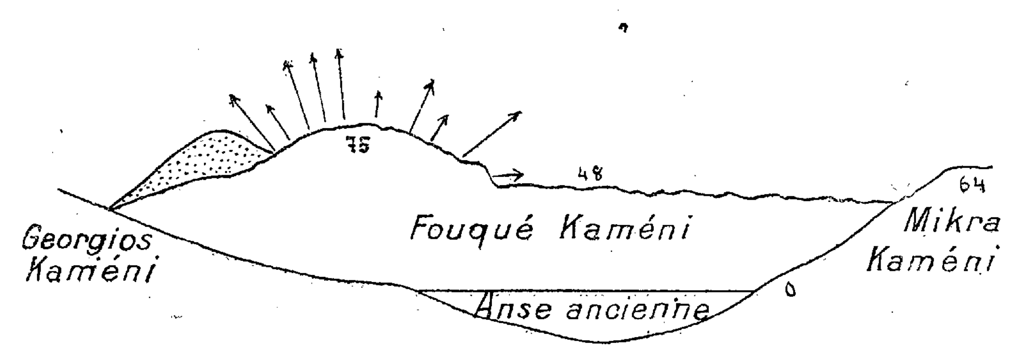
En outre de la formation rapide d'un dôme ([1]), l'éruption actuelle du volcan de Santorin se caractérise par l'importance des dégagements de produits volatils.

Le dôme proprement dit ne possédant pas de cratère, les dégagements ont lieu par les ouvertures de la carapace ou par la rupture de ses parois. Il y a, dans sa partie supérieure, une région de moindre résistance qui se trouve du côté occidental. C'est par là que s'effectuent, de préférence à tout autre point, les poussées de vapeurs; aussi cette région présente-t-elle un dégagement continu ayant lieu, sans détonations, pendant les intervalles de deux projections violentes.

Chaque éruption comprend une série d'explosions partielles qui se traduisent par des poussées de vapeurs sortant, successivement, des différentes ouvertures de la partie supérieure et des parois du dôme. Pendant les premiers jours de notre investigation, la plupart des éruptions débutaient par

([1]) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 518.

des explosions partielles se produisant par une ou plusieurs ouvertures des parois. L'explosion principale suivait, au bout de quelques secondes, de la partie supérieure. Mais le mécanisme n'est pas toujours le même. L'explosion principale a également lieu par une poussée oblique ou même horizontale; c'est alors que les gros matériaux solides projetés tombent jusqu'à une distance maximum de 1500m de la bouche de sortie.



Coupe à travers le dôme de Fouqué Kaméni.
Les flèches indiquent la direction des explosions principales et leur intensité respective.
(État du volcan fin septembre.)

Les explosions partielles, dont le nombre atteignait 25 à 30 en 20 secondes, correspondent, parfois, à des *poussées de vapeur rythmiques* (1). Ce phénomène si curieux et si caractéristique de l'éruption actuelle, s'explique de la façon suivante : des portions de lave visqueuse de l'intérieur du dôme, entraînées par les courants de vapeur, viennent boucher, périodiquement, les ouvertures jusqu'au moment où la tension de vapeur devient suffisante pour provoquer la rupture violente de la carapace (2).

Les explosions se répètent à de courts intervalles. Du 13 au 27 septembre nous avons observé que le maximum de fréquence était de 50 en 20 minutes (matin du 18 septembre), et le minimum 2 à 3 dans la même durée de temps (nuit du 25 au 26 septembre). Les détonations produites par les explosions sont si violentes que deux personnes se trouvant à une

(1) D'après des témoins, le nombre des poussées rythmiques était beaucoup plus grand les premiers jours de l'éruption.

(2) En regardant le magma de l'intérieur du dôme à travers les fentes longitudinales de rupture, on a tout d'abord l'impression fausse qu'il s'agit d'une coulée de lave superficielle. « Des coulées insignifiantes comme masse », dont parlaient les premiers communiqués (voir ma Note du 8 septembre), n'étaient que des fentes incandescentes de la carapace.

distance du dôme de 450m environ ne peuvent s'entendre que si elles sont tout près l'une de l'autre.

Les volutes épaisses de vapeur d'eau sortant de la carapace sont plus ou moins chargées de cendres. Durant l'éruption paroxysmale du 17 septembre la colonne de vapeurs s'élevant du dôme, était noire jusqu'à une hauteur d'environ 2000m, à cause de la grande abondance de ces apports solides.

Les gros projectiles consistent, le plus souvent, en fragments angulaires incandescents du dôme rejetés à l'état solide. Pendant les éruptions paroxysmales, dont on a observé quatre ou cinq dans l'intervalle des quarante premiers jours de l'activité du volcan, se produisent d'abondantes projections de bombes.

L'existence de gaz combustibles est démontrée par des jets de flammes jaunâtres qui s'élèvent de l'ouverture de la carapace ([1]). Ce phénomène est fort rare et ne dure que quelques secondes. Plus fréquents sont les gaz d'une couleur bleu verdâtre qui s'enflamment et sortent des petites ouvertures avant l'explosion principale. L'odeur d'anhydride sulfureux et d'hydrogène sulfuré a été signalée dans les nuées sortant du dôme.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les sucres fournis par la géïne.* Note de MM. **H. Hérissey** et **J. Cheymol**, présentée par M. Guignard.

Nous avons poursuivi l'obtention des sucres résultant des hydrolyses acide et fermentaire de la géïne, glucoside générateur d'eugénol, que nous avons extrait des parties souterraines du *Geum urbanum* L. et dont nous avons indiqué déjà les principales propriétés ([2]).

Sucres résultant de l'hydrolyse par les acides, glucose d et arabinose l. — On a maintenu pendant 4 heures, au bain-marie bouillant, 3g de géïne cristallisée, en solution dans 200cm³ d'acide sulfurique dilué, à 2g pour 100cm³. Après traitements convenables, on a d'abord extrait de la liqueur d'hydrolyse un premier sucre cristallisé présentant les propriétés suivantes :

Il fondait à 140°-142°. Le pouvoir rotatoire définitif, après multirotation, a été trouvé :

$$[\alpha]_D = +56°,4 \qquad (v = 10^{cm^3},\ l = 2,\ p = 0^g,1446,\ \alpha = +1°38').$$

([1]) M. Chondros a bien voulu entreprendre, à mon invitation, la spectroscopie des dégagements du dôme. Des phénomènes électriques n'ont été observés que durant l'éruption paroxysmale du 13 septembre.

([2]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 384; *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 8e série, **1**, 1925, p. 509; *Bull. Soc. chim. biol.*, **7**, 1925, p. 474.

Le poids moléculaire déterminé par la méthode iodométrique de Bougault [1] a été trouvé égal à 174,2. Par action de la phénylhydrazine, le sucre a fourni une osazone qui, purifiée par lavage prolongé à l'alcool méthylique, présentait tous les caractères de la phénylglucosazone. Ces résultats indiquent bien que le composé examiné était constitué par du glucose *d*, souillé vraisemblablement par une petite quantité d'arabinose *l* qui est le second sucre que nous avons isolé de la liqueur d'hydrolyse.

A cet effet, les extraits fournis par cette dernière ont été soumis à la fermentation par la levure de bière, de façon à détruire tout le glucose *d* présent; par traitement au moyen de l'alcool, on a pu ensuite obtenir un corps cristallisé qui présentait toutes les propriétés de l'arabinose *l*. On a trouvé, en effet, comme point de fusion, 159-160°; le pouvoir rotatoire définitif, après multirotation, était

$$[\alpha]_D = +103°,6 \quad (v = 10^{cm^3},\ l = 2,\ p = 0^g,1093,\ \alpha = +2°16');$$

le poids moléculaire, déterminé par la méthode iodométrique, a été trouvé égal à 149,3.

L'hydrolyse *acide* de la géïne nous a donc fourni du *glucose d* et de l'*arabinose l*; les résultats obtenus dans le dédoublement fermentaire du glucoside vont nous montrer comment ces deux sucres sont liés dans la molécule de ce dernier.

Hydrolyse fermentaire de la géïne par la géase; obtention du vicianose. — Cette hydrolyse a été effectuée sur $4^g,9819$ de géïne dans des conditions dont le détail sera relaté ailleurs.

Après action de la géase, nous avons pu extraire de la liqueur fermentaire un sucre possédant les propriétés du *vicianose*, sucre réducteur en C^{11}, constitué par 1^{mol} de glucose *d* et 1^{mol} d'arabinose *l*, isolé pour la première fois par G. Bertrand et G. Weisweiller [2] des produits de l'hydrolyse fermentaire de la vicianine, glucoside générateur d'acide cyanhydrique, contenu dans les semences de *Vicia angustifolia* Roth.. En effet, le sucre provenant de la géïne fondait peu nettement au bloc Maquenne entre 205° et 210°; son pouvoir rotatoire définitif, après multirotation, était

$$[\alpha]_D = +38°,98 \quad (v = 22^{cm^3},\ l = 2,\ p = 0,7147,\ \alpha = +2°32');$$

au cours de la détermination du pouvoir réducteur, $0^g,0649$ de sucre ont précipité $0^g,0753$ de cuivre; la méthode iodométrique a conduit, pour le poids moléculaire, à la valeur 307,3. Le sucre est dédoublé par les acides minéraux étendus et bouillants et la rotation de la liqueur d'hydrolyse est exactement celle que donnerait un mélange équimoléculaire de glucose *d* et d'arabinose *l*, pris en quantité proportionnelle à celle du vicianose mis en œuvre.

Conclusions. — En accord avec les prévisions formulées dans notre précédent travail sur la géïne, ce glucoside, traité par la géase, fournit du *vicianose*, sucre hydrolysable lui-même, en particulier par les acides étendus et bouillants, en glucose *d* et arabinose *l*. La géïne est donc, après la vicianine, la seconde source actuellement connue de vicianose.

---

(1) *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, **16**, 1917, p. 97.

(2) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **9**, 1911, p. 38.

BOTANIQUE. — Lecomtella, *genre nouveau de Graminées malgaches*. Note de M[lle] **Aimée Camus**, présentée par M. Costantin.

La belle collection de plantes récoltées à Madagascar par M. Perrier de la Bâthie renferme une espèce, type d'un genre extrêmement distinct, que je suis heureuse de pouvoir dédier à M. le professeur Lecomte.

Le genre *Lecomtella* A. Camus présente les caractères suivants :

Inflorescence en panicule subspiciforme, à rameaux courts portant, vers la base, des épillets mâles, et, au sommet, de rares épillets femelles. Épillets mâles biflores, formés de deux fleurs presque semblables et contenant 6 étamines. Épillets fertiles biflores, la fleur inférieure à 3 étamines, la supérieure femelle, pédicellée, comprimée dorsalement, à glumelle (glumelle inférieure) coriace, épaissie en gros bourrelets au sommet des 5 nervures ténues; palea (glumelle supérieure) de même texture que la glumelle, délicatement 2-nervée, munie au sommet de 2 bourrelets épaissis situés à la terminaison des nervures ; pédicelle de la fleur femelle fortement auriculé au sommet; glumellules quadrangulaires; ovaire glabre; styles 2, allongés, très ténus; stigmates allongés, plumeux, exserts au sommet du bourrelet circulaire formé par les épaississements terminaux de la glumelle et de la palea.

Ce genre se rapproche du genre *Ichnanthus* Sw. par ses épillets femelles à fleur supérieure munie d'un pédicelle auriculé très fortement au sommet, mais ses épillets sont monoïques, dimorphes, et la glumelle ainsi que la palea de la fleur supérieure des épillets fertiles présentent un épaississement très caractéristique.

Par ses épillets monoïques, le genre *Lecomtella* montre des affinités avec le genre *Olyra* L., mais il s'en distingue nettement par ses épillets biflores, le pédicelle de la fleur femelle développé et fortement appendiculé au sommet, la glumelle et la palea de cette fleur à épaississement terminal, enfin par les fleurs mâles contenant 6 étamines et non 3.

Ce genre ne renferme jusqu'ici qu'une espèce, le *Lecomtella madagascariensis* qui présente les caractères suivants :

Graminée vivace, à port de Bambou grêle très ramifié. Chaumes ne dépassant pas 2^{m} de hauteur, rameux, creux. Gaines striées, glabres. Ligules remplacées par une bande de longs poils blancs. Feuilles lancéolées, acuminées, à base atténuée, de $12\text{-}22^{cm}$ sur $1^{cm}\text{-}1^{cm},9$, fermes, scabérules sur les faces, scabres aux bords; 7 paires de nervures principales, non réunies par des nervures transversales visibles. Inflorescence : pani-

cule subspiciforme, longue de 5-6^{cm}; rameaux de 1^{cm}-1^{cm},7. Pédicelles de 3-4^{mm}, ténus. Épillets mâles situés à la base des rameaux, les femelles, plus rares, situés surtout à l'extrémité des divisions. Épillets mâles glabres, longs de 9^{mm}; glumes herbacées, l'inférieure ovale-lancéolée, aiguë, de 5^{mm}, 3-nervée, la supérieure lancéolée-aiguë, de 8^{mm}, 7-nervée; fleur inférieure mâle : glumelle inférieure de 9^{mm}, herbacée, à bords hyalins, oblongue-lancéolée, au sommet troncatulée-érodée; palea de 8^{mm}, hyaline, ovale-lancéolée, à 2 carènes vertes; étamines 6; anthères de 6^{mm}; fleur supérieure mâle : glumelle de 8^{mm}, herbacée, à bords hyalins, étroitement oblongue-lancéolée, plus étroite que celle de la fleur inférieure, érodée au sommet; palea de 9^{mm}, hyaline, ovale-lancéolée, à 2 carènes vertes; étamines 6; anthères de 6^{mm}. Épillets fertiles longs de 10^{mm}, glabres; glumes ovales-lancéolées, longuement acuminées, herbacées, 7-nervées, l'inférieure de 7-8^{mm}, la supérieure de 8-9^{mm}; fleur inférieure : glumelle de 9^{mm}, ovale-lancéolée, aiguë, herbacée, 7-nervée; palea de 9^{mm}, hyaline, bicarénée; étamines 3; anthères de 4^{mm}; fleur supérieure femelle : pédicelle fortement auriculé au sommet; glumelle de 4^{mm},5-5^{mm}, oblongue, subobtuse, blanche, poilue, coriace, à bords embrassant la palea, épaissie au sommet des 5 nervures ténues; palea de 4^{mm},5-5^{mm}, oblongue, à bords repliés, délicatement 2-nervée et munie, au sommet, d'un bourrelet épaissi à la terminaison de chaque nervure; glumellules quadrangulaires; ovaire glabre; styles 2, longs de 3^{mm}, très ténus; stigmates longs de 3^{mm},5, plumeux et complètement exserts.

Cette espèce a été récoltée à Madagascar, dans le massif de l'Andringitra, entre 1600 et 2400^{m} d'altitude, par M. Perrier de la Bâthie, et distribuée sous les n°s 10816 et 13598.

D'après M. Perrier de la Bâthie, cette espèce repousse très bien après l'incendie de la forêt, formant des fourrés très denses qui brûlent de nouveau et finissent par disparaître pour faire place aux espèces de la steppe du Centre.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'existence de deux courants nerveux d'excitation dans le cœur.* Note (¹) de M. J. **Athanasiu**, présentée par M. Charles Richet.

Dans une Note antérieure nous avons exposé le fonctionnement du système nerveux intracardiaque et son mode d'action pour régler la contraction et le rythme du myocarde.

Mais le cœur est un appareil assez compliqué et assez variable comme organisation dans la série animale. Aussi nous bornons-nous à l'étude du cœur des mammifères et des oiseaux, car il est constitué par quatre compartiments étanches, fonctionnant dans un ordre déterminé.

(¹) Séance du 19 octobre 1925.

En plus des contractions synchrones des oreillettes d'abord puis des ventricules il est deux autres contractions, dont l'une, celle du sinus veineux, précède la systole auriculaire et l'autre, celle des muscles papillaires, précède la systole ventriculaire.

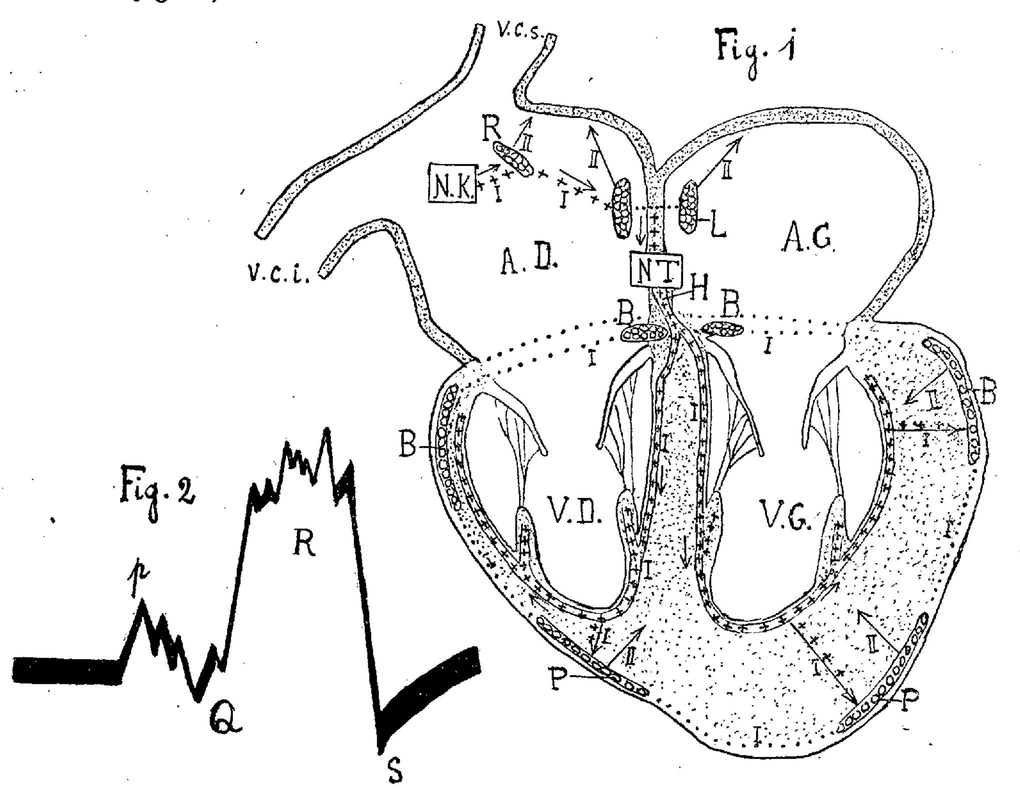
Cette contraction des muscles papillaires a été mise en évidence par Chauveau en inscrivant les déplacements du plancher aortique du ventricule gauche. Une autre preuve de l'activité présystolique des muscles papillaires nous est donnée par l'électrocardiogramme direct du ventricule gauche du Chien (*fig.* 2). L'inflexion *p*, qui précède le complexus Q. R. S. doit être considérée en effet comme représentaut le courant d'action des muscles papillaires.

Quel est le mécanisme qui règle l'ordre de ces quatre contractions successives? Suivant les myogénistes, une onde d'excitation prendrait naissance dans le nodule sino-auriculaire (nodule de Keith et Flach) et se propagerait d'abord dans la paroi des oreillettes, et ensuite dans celle des ventricules par l'intermédiaire du nodule de Tawara et du faisceau de His. Si une telle excitation se propageait ainsi à travers le muscle cardiaque, tout comme une onde ou un ébranlement matériel, c'est-à-dire de proche en proche, on devrait trouver des différences manifestes de temps dans les entrées en fonction des diverses régions d'une même oreillette ou d'un même ventricule, ce que nous n'avons pas pu constater.

D'autre part, le fait qu'après la section du faisceau de His, on constate seulement un ralentissement du rythme des ventricules et non pas leur arrêt complet prouve que l'excitant conduit par ce faisceau a une autre fonction qui est de situer les systoles ventriculaires à la suite des systoles auriculaires, de régler en un mot l'alternance de ces systoles. Quant à l'excitant musculaire proprement dit de ces compartiments cardiaques il ne peut provenir que de leurs ganglions nerveux respectifs.

Il convient donc de distinguer dans le cœur deux ordres de centres nerveux : les uns, que l'on pourrait appeler *primaires*, se mettent en relation directe, par leurs neurones moteurs, avec le myocarde et commandent sa contraction; les autres, que l'on pourrait appeler *secondaires*, se mettent en relation avec les premiers et coordonnent leur activité. Il s'ensuit qu'il existe deux courants nerveux intracardiaques d'excitation : *a*) un courant nerveux d'excitation motrice qui part des neurones moteurs (primaires) et met les fibres du myocarde en contraction (il a fait l'objet de la Note précédente) et *b*) un courant nerveux d'excitation coordonnatrice qui part des neurones secondaires et règle dans leur ordre normal les quatre mouve-

ments cardiaques successifs : sinusal, auriculaire, papillaire, ventriculaire (*fig.* 1).



A. *Le courant nerveux d'excitation motrice* (II) part des ganglions et va au myocarde auriculaire et au myocarde ventriculaire.

B. *Le courant nerveux d'excitation coordonnatrice* (I) part du nodule sino-auriculaires et va au ganglion sino-auriculaire (R), et aux ganglions interauriculaires (L). A partir des oreillettes l'excitant coordonnateur arrive au nodule de Tawara (N. T.) et d'ici il va suivre le faisceau de His (H) dont les deux branches se distribuent d'abord aux faces internes du septum interventriculaire et ensuite aux faces internes des parois ventriculaires se mettant en rapport avec les muscles papillaires qui reçoivent leur courant d'excitation avant les parois ventriculaires et se contractent avant celles-ci. Les valvules bicuspide et tricuspide sont ainsi soumises à une certaine tension (*temps de préparation valvulaire* suivant Chauveau) afin de mieux supporter l'augmentation brusque de la pression dans les ventricules pendant leur systole.

L'excitant nerveux coordonnateur pourrait être comparé à un commandement militaire supérieur ayant sous ses ordres un certain nombre d'unités, pourvues chacune d'un commandement spécial. — L'ordre issu du commandement supérieur ou secondaire, arrive à ces commandements spéciaux ou primaires et ce sont ceux-ci qui le transmettent aux hommes de leurs unités respectives. — De même dans le cœur, le commandement supérieur (secondaire) est représenté par les nodules de Keith-Flack, et de Tawara et par le faisceau de His, alors que les commandements spéciaux (primaires) sont représentés par les ganglions sino-auriculaires, interauriculaires et ventriculaires.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'origine de l'énergie permettant au* Bacterium coli *de se développer aux dépens du glucose.* Note de M. E. **Aubel**, présentée par M. M. Molliard.

J'ai établi avec J. Salabartan, que le *Bacterium coli* décompose, au cours de son développement, le glucose suivant deux voies :

(I)
$$C^6H^{12}O^6 = 2\,CH^3COCOOH + 2\,H^2,$$
$$2\,CH^3COCOOH = 2\,CH^3COH + 2\,CO^2,$$
$$CH^3COH + H^2 = CH^3CH^2OH,$$
$$CH^3COH + O = CH^3COOH\,;$$

(II)
$$C^6H^{12}O^6 = 2\,CH^3CHOHCOOH.$$

J'ai pu montrer l'importance du premier stade du processus (I) (formation d'acide pyruvique), l'acide formé étant nécessaire à la synthèse de la matière vivante. Cette constatation a été confirmée par Quastel qui, en outre, a montré la nécessité d'une activation préalable de la molécule de glucose.

Je pensais que la source d'énergie se trouvait également dans cette réaction. Je m'appuyais, pour cela, sur une détermination de la chaleur de formation de l'acide pyruvique présentant toute garantie. Or, d'après les données nouvelles de H. Blaschko, le chiffre employé était trop fort et doit être ramené à 146300^{cal}. Si ce chiffre est confirmé, la réaction

$$C^6H^{12}O^6 = 2\,CH^3COCOOH + 2\,H^2 - 10400^{ca}.$$

est endothermique et il ne peut plus être question d'y trouver une source d'énergie.

Il est aisé, d'autre part, de se rendre compte que la fin du processus (I) n'a aucun rapport avec les synthèses. La décarboxylation de l'acide pyruvique se fait avec une libération d'énergie extrêmement faible (Neuberg, Meyerhoff et H. Blaschko).

L'oxydation réduction que l'on formule

$$\begin{array}{l} CH^3COH \\ CH^3COH \end{array} + \begin{array}{l} H^2 = CH^3CH^2OH \\ O = CH^3COOH \end{array}$$

comprend deux réactions exothermiques; mais ceci est dû au fait que l'on ne tient pas compte que $H^2O = H^2 + O$ est très endothermique. D'ailleurs, une telle façon de noter la réaction est en contradiction avec ce que l'on sait et il faudrait écrire le système

$$\begin{array}{l} CH^3COH + H^2O = CH^3CH^2OH + O \\ \qquad\qquad\qquad\qquad CH^3COH + O = CH^3COOH \end{array}$$

la formation d'un hydrate d'aldéhyde étant vraisemblable et conforme à nos connaissances. Énergétiquement, la dernière notation montre un vrai couplage, le système se suffisant à lui-même forme un tout dont on ne voit pas la liaison directe avec les synthèses.

Il reste donc, comme source d'énergie, la formation d'acide lactique

$$C^6H^{12}O^6 = 2CH^3CHOHCOOH + 29000^{cal}.$$

Cette opinion, conforme aux idées de Meyerhoff, a déjà été formulée par Stephenson et Weetham. Mais on ne voit pas la liaison entre cette réaction exothermique et les synthèses où, comme je l'ai déjà dit, la formation d'acide pyruvique est à la base du processus.

En y réfléchissant, j'ai été conduit à remarquer que le carbone de l'acide lactique formé dans les cultures anaérobies est égal à la somme du carbone de l'acide pyruvique et des corps qui en dérivent comme le montrent les chiffres suivants :

Culture de 6 jours. — Carbone de sucre consommé : $0^g,48$.

Carbone de l'acide lactique	$0^g,216$	
» de l'acide pyruvique	0,081	total : $0^g,219$
» de l'acide acétique	0,042	
» de l'alcool	0,044	
» du CO^2	0,052	

Ceci revient à dire que pour une molécule d'acide pyruvique formée, il y

a une molécule d'acide lactique formée, et peut s'écrire

$$C^6H^{12}O^6 = CH^3CHOHCOOH + CH^3COCOOH + H^2,$$

où il y a un véritable couplage interne, une demi-molécule donnant une réaction exothermique, une demi-molécule une réaction endothermique ([1]), le couplage étant assuré par la migration de certains atomes au moment du clivage du glucose.

Ainsi rentre dans le mécanisme général que nous admettons, Wurmser et moi, le système fondamental d'où dérive l'élaboration de la matière du microbe.

CYTOLOGIE. — *Transformations subies* in vitro *par les amibocytes de quelques Invertébrés.* Note de M. E. **Fauré-Fremiet**, présentée par M. L.-F. Henneguy.

De nombreuses recherches ont montré ([2]) que les amibocytes des Invertébrés subissent des transformations très rapides lorsque l'on extrait, pour l'étudier *in vitro*, le liquide cœlomique, la lymphe ou l'hémolymphe de ces organismes. La fixation immédiate de ces liquides est une condition indispensable pour étudier la structure des amibocytes à l'état quiescent qu'ils renferment. On peut distinguer trois types principaux de structure suivant que ces cellules rigides sont, *in vivo*, membraneuses ou fusiformes avec un « linome » (Dehorne) bien développé, membraneuses ou fusiformes sans linome, ou vésiculeuses (Théel).

Les amibocytes du premier type se rencontrent chez les Annélides et surtout chez les Polychètes, comme le montrent les exemples suivants : *Arenicola marina*; amibocytes fusiformes (Dekhuyzen), très allongés, avec de longues fibrilles cytoplasmiques. *Amphitrite Johnstoni*; amibocytes allongés en lamelles étroites et elliptiques avec mitochondries granuleuses à chaque extrémité et filaments cytoplasmiques parallèles dans la région centrale. *Lanice conchylega;* amibocytes lamellaires et ellipsoïdes, assez larges avec granulations mitochondriales et filaments contournés. *Perinereis cultrifera;* amibocytes plus ou moins fusiformes ou elliptiques avec un faisceau latéral de fibrilles (Romieu); même structure chez d'autres *Nereis*,

---

([1]) Ceci n'infirme pas la notion de deux fermentations lactique et pyruvique distinctes. En effet, les deux demi-molécules du glucose ont une destinée absolument différente suivant qu'elles donnent naissance à l'un ou l'autre acide.

([2]) Voir Fauré-Fremiet, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 396.

Glycera convoluta; amibocytes elliptiques aplatis avec filaments contournés (Max Kollmann) et mitochondries granuleuses: *Nephthys cæca*, *N. Hombergii*; amibocytes en lames très minces, assez étendues, découpées et ramifiées, avec granulations mitochondriales et quelques filaments ramifiés ou contournés.

Chez le Lombric on observe une structure assez analogue, mais le cytoplasma est découpé en lames courtes et nombreuses (¹).

Chez toutes ces formes les filaments constituant le « linome » sont osmiophiles, mais non osmioréducteurs; ils semblent distincts des mitochondries malgré quelques similitudes de colorabilité; ils disparaissent en 30 à 120 secondes lorsque l'amibocyte quiescent se transforme en choanoleucocyte, mais, d'après mes observations, ils ne jouent aucun rôle dans la formation des pseudopodes « pétaloïdes ».

Les amibocytes du second type se rencontrent chez les Crustacés, les Annélides, les Géphyriens; ils peuvent être fusiformes comme chez *Maia squinado*; plats et elliptiques plus ou moins allongés chez *Terebella lapidaria*, chez *Polymnia nebulosa* (Siedlecki) et *Phascolion*; aplatis et fusiformes chez *Phascolosoma*. En dehors des mitochondries, on peut trouver de très nombreuses granulations dans le cytoplasma de ces cellules (Géphyriens, par exemple), mais on n'observe pas de « linome ». Tous ces amibocytes se transforment très rapidement *in vitro* en choanoleucocytes typiques.

Les amibocytes du troisième type ont été décrits par Théel sous le nom d'amibocytes vésiculeux; rares chez les Annélides (²), ils sont la règle chez les Échinodermes et je les ai observés chez *Asterias rubens*, *Asterias glacialis*, *Asterina gibbosa*, *Paracentrotus lividus*, *Synapta inhærens*. La transformation en choanoleucocytes est aussi constante et aussi rapide que pour les autres formes.

Quelle que soit la forme initiale quiescente d'un amibocyte, sa forme active appartient à un type unique, le « choanoleucocyte » de Dehorne caractérisé par la formation, à la surface d'une cellule devenue sphérique, de crêtes hyaloplasmiques qui s'étendent et se développent dans le milieu liquide *à la manière des figures myéliniques*, ou qui s'étalent sur les interfaces liquide-solides ou liquide-air (³).

(¹) Fauré-Fremiet et Murakami, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1693.

(²) Les amibocytes d'un Spionidien semblent appartenir à ce type.

(³) Les cellules chloragogènes si curieuses des *Ophelia*, les cellules chloragogènes lamellaires et multinucléées d'*Audouinia tentaculata*, les jeunes élæocytes d'*Amphitrite Johnstoni*, bien que beaucoup plus stables, peuvent également donner *in vitro* des crêtes hyalines de même nature que les pseudopodes pétaloïdes.

Une autre particularité commune à ces cellules est de donner sous l'action de KOH à froid des figures myéliniques proprement dites et biréringentes.

C'est à cet état actif que les amibocytes peuvent s'agglutiner *in vitro* et constituer les pseudo-tissus dont Leo Lœb étudie les propriétés avec les éléments de *Limulus*; j'ai déjà insisté sur le fait que la transformation État quiescent → État actif n'est pas nécessairement prémortelle, qu'elle est généralement réversible et que dans les pseudo-tissus formés *in vitro* la structure initiale de l'amibocyte se reconstitue peu à peu dans des conditions nouvelles il est vrai. Le cas des amibocytes du premier type est particulièrement intéressant, car le linome qui disparaît très rapidement pendant la transformation $État_1 \rightarrow État_2$ se reconstitue lentement pendant la transformation inverse $État_2 \rightarrow État_1$. J'ai montré (¹) que les amibocytes d'*Arenicola marina* constituent, de ce fait, des complexes présentant une certaine organisation; ceux des *Nephthys* donnent des complexes plus typiques encore, car ces cellules reconstituent en quelques heures des lames protoplasmiques parallèles extrêmement minces et très étendues dans lesquelles se différencient de nombreuses fibrilles fortement colorables par l'hématoxyline, la fuchsine, etc.; l'aspect réalisé par ces complexes est celui d'un tissu conjonctif lamellaire typique, à ceci près que les fibrilles du linome n'ont pas les réactions tinctoriales des fibrilles collagènes.

Les complexes formés avec les amibocytes vésiculeux des Astéries ont une structure plus simple et montrent seulement une tramule intercellulaire de lamelles très fines sans aucune fibrille.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du mode de dissolution de l'amylase sur la saccharification de l'amidon.* Note (²) de MM. **P. Petit** et **Richard**.

On admet souvent que la présence de l'air est nécessaire à la formation de maltose dans la saccharification de l'amidon; nous avons étudié cette formation en fonction de la concentration en ions hydrogène du milieu et cela en faisant varier le mode de dissolution de la diastase.

On emploie une amylase précipitée, en solution à 0,2 pour 100 obtenue par agitation mécanique de 30 minutes à froid; elle agit pendant une heure à 20° sur un empois à 1,64 pour 100 de fécule anhydre, additionné préalablement de phosphates, soude ou acide lactique en quantités donnant les divers P_H désirés. Ceux-ci sont déterminés au potentiomètre sur le liquide saccharifié et l'on dose également le maltose formé.

(¹) *Association des Anatomistes,* Turin, 1925.

(²) Séance du 19 octobre 1925.

Les P_H varient de 8 à 3, on a constaté que la liquéfaction devenait difficile et de plus en plus lente vers les deux extrémités de cette échelle, mais qu'elle se produisait encore au P_H de 9,8 au bout de plusieurs heures, le pouvoir réducteur étant alors insignifiant mais encore réel.

Les mêmes séries d'essais ont été faites avec trois modes de dissolution de l'amylase, savoir : 1° eau bouillie; 2° eau avec injection continue d'hydrogène; 3° eau avec injection continue d'air.

Les solutions sont filtrées sur papier toujours identique et l'on opère toujours dans les mêmes conditions comme doses d'empois et d'amylase, durées et température de réaction, etc.

On a vérifié par de nombreux essais préalables que l'amylase utilisée ne produisait à 20° aucune trace de glucose aux dépens du maltose. Le mode de dissolution a seul varié et la saccharification comme la filtration du liquide saccharifiant ont été faites au contact de l'air.

On constate que la dose maxima de maltose pour 100 de fécule est atteinte dans les trois cas pour un P_H voisin de 4,2, chiffre qui répond à la neutralité de l'hélianthine sensible. M. Fernbach avait indiqué depuis longtemps que cette neutralité correspondait à l'activité la plus grande de l'amylase du malt, mais la plupart des hélianthines actuelles virent progressivement et pour des P_H compris entre 4,5 et 3,8. La détermination du P_H paraît donc devoir être un critérium plus certain.

Les maxima de maltose pour 100$^{cm^3}$ de solutions ayant même concentration ont été en milligrammes :

Eau			
bouillie.	hydrogénée.	aérée.	P_H.
660	573	544	4,2
127	207	81	8
257	244	150	3,2

Ainsi donc la production de maltose maxima est notablement plus forte pour la dissolution en eau bouillie, l'action déprimante de l'hydrogène étant un peu moindre que celle de l'air; aux solutions alcalines au contraire, la dose la plus forte de sucre est donnée par la solution hydrogénée et, pour les milieux acides (P_H 3,2), l'eau bouillie et l'eau hydrogénée donnent sensiblement le même résultat, l'eau aérée restant fortement au-dessous.

L'absence d'air pendant la dissolution d'amylase est donc favorable à la production de maltose et l'injection d'air est moins nocive en milieu alcalin qu'en liquide acide.

Quelques essais nous portent à penser que la filtration et surtout la

saccharification en présence d'air rétablissent en partie l'activité de l'amylase abaissée par l'hydrogénation; ces essais seront complétés.

Les dosages de maltose et leurs graphiques seront donnés dans une autre publication, ainsi que le détail des expériences.

Nous avons cherché à représenter algébriquement la relation entre le P_H du milieu et le maltose produit.

Soient p la valeur du P_H et M un chiffre égal à 100 fois le maltose obtenu, A, b et c des coefficients numériques; on obtient dans tous les cas une représentation très satisfaisante par une équation de la forme

$$M = A \cdot p^{-b} e^{-\frac{c}{p}}.$$

En prenant les logarithmes des deux membres, puis différentiant, on voit que, pour le P_H répondant au maximum de maltose, soit p', on doit avoir $p' = \frac{c}{b} = 1$. En faisant un changement de coordonnées, a désignant le P_H pour lequel la formation de maltose est nulle, on pose $x' = \frac{p-a}{p'-a}$ puis $X = \left(L.x + \frac{1}{x}\right)$ et l'on arrive finalement à l'expression

$$L.M = L.A - bL.X,$$

qui peut être considérée comme l'équation d'une droite et permet de calculer aisément M en fonction du P_H.

Mais précisément en utilisant la méthode graphique, on constate que la relation du maltose avec le P_H exige, pour chaque mode de dissolution de l'amylase, deux équations de même forme, mais à coefficients différents, les courbes correspondantes se coupent en un point répondant comme P_H à 6,4 pour l'eau bouillie, 5,5 pour la solution hydrogénée et 5,85 pour l'eau aérée.

Les courbes représentatives du phénomène et les équations ci-dessus indiquent l'axe des P_H comme asymptote dans les trois cas; par suite la formation de maltose devient de plus en plus faible à mesure que le P_H s'accroît, mais sans cesser complètement. On peut en conclure que la liquéfaction et la saccharification ne sont pas deux phénomènes indépendants, mais pour un P_H de 9,8 la production de maltose n'existe plus qu'à l'état de trace.

Du côté des P_H bas, les courbes coupent l'axe des P_H en des points qui sont très voisins, sinon identiques, soit 0,6 et 0,7 pour l'eau bouillie et l'eau aérée, et 1,5 pour l'eau hydrogénée. Dans les milieux acides, la saccharification cesse donc complètement.

Enfin la marche de la saccharification suit deux lois différentes au point de vue numérique, bien que conservant la même forme algébrique : l'une est valable jusqu'à un P_H voisin de 6, l'autre pour les P_H plus bas.

On peut utiliser les équations calculées pour déterminer, par intégration de MdX, le maltose formé quand le P_H varie entre deux nombres donnés.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la composition du cerveau humain.* Note (¹) de MM. L. LEMATTE et L. BEAUCHAMP, présentée par M. Desgrez.

Dans ce travail, on étudie la composition minérale du cerveau humain. Trois cerveaux ont été prélevés chez des adultes et le quatrième chez un vieillard de 80 ans. Les deux premiers malades sont morts d'embolie et le troisième d'accident. L'aspect macroscopique était normal. La moyenne des trois premières analyses doit correspondre à la composition de cerveaux physiologiquement sains; les chiffres sont du même ordre de grandeur. Plusieurs procédés analytiques classiques ont été modifiés. Si l'on compare nos chiffres à ceux de Geoghegan (²) (seul auteur ayant donné des résultats complets), on remarque qu'ils se rapprochent des siens à l'exception de ceux du soufre et du phosphore. Cet auteur ne donne que la partie de ces métalloïdes liée aux oxydes métalliques. Son procédé analytique élimine tout le soufre et une grande partie du phosphore organiques.

Extrait sec. — Les organes ont été prélevés quelques heures après le décès. Ils sont broyés et desséchés rapidement à une température qui ne dépasse pas 25°-30°. La composition primitive est ainsi respectée; la dessiccation faite à 100° la modifierait certainement. La pulpe est conservée dans des flacons contenant un nouet de chaux.

Résultats pour la totalité du cerveau.

	Cerveaux			
	1.	2.	3.	4.
Extrait sec	164	237	220	240
Eau	781	818	804	900
Poids du cerveau	945	1055	1024	1140

Cendres. — Les cendres blanches sont obtenues dans un four à moufle en facilitant la combustion par l'acide nitrique.

Sodium. — On a employé la méthode de A. Blanchetière (³).

Potasse. — La potasse a été dosée par le procédé de C.-V. Garola et V. Braun (⁴).

Soufre et phosphore. — On dissout la pulpe dans l'acide nitrique et l'on chauffe à l'ébullition pendant deux heures. L'acide nitrique est chassé par

(¹) Séance du 19 octobre 1925.

(²) *Ueber die anorganischen Gehirnsalze, nebst einer Bestimmung des Nucleins im Gehirn* (*Zeitschr. f. physiol. Ch.*, 1, 1877, p. 330).

(³) *Bull. Soc. Chim.*, 33, 1923, p. 807.

(⁴) *Annales des Falsifications*, novembre-décembre 1917, p. 572.

l'acide chlorhydrique. Saturer par une solution de soude pure à $\frac{1}{3}$, évaporer et calciner. Le soufre est dosé à l'état de sulfate de baryum. Le phosphore a été dosé par deux méthodes : 1° à l'état de phosphomolybdate et 2° par la méthode volumétrique que nous avons décrite et qui a été perfectionnée ([1]). Les résultats ont été identiques.

Chaux et magnésie. — MM. Lemarchand ([2]), Grimmé ([3]) et beaucoup d'autres auteurs ont signalé les résultats inexacts obtenus par la méthode classique. L'addition de chlorure d'ammonium ne préserve pas la totalité de la magnésie. Le citrate d'ammoniaque permet de doser avec exactitude les deux oxydes.

La chaux est dosée à l'état d'oxalate et la magnésie est insolubilisée à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. L'acide phosphorique est dosé par la liqueur d'urane; on calcule la magnésie correspondante.

La sensibilité des deux dosages est fonction de plusieurs facteurs. En particulier les liqueurs doivent être évaporées jusqu'à ce que les concentrations correspondent à environ 25^{mg} de CaO, et 50^{mg} de MgO pour 100^{cm^3}.

Acide chlorhydrique. — La pulpe est arrosée avec une solution à 10 pour 100 de carbonate de soude. On évapore et l'on calcine dans une capsule en porcelaine jusqu'à ce que le charbon soit friable. On traite par l'acide acétique. Filtration et lavage à l'eau bouillante. On dose HCl par la solution N/10 de nitrate d'argent, en présence du chromate de potasse.

Fer. — Le fer a été titré par la méthode de Denigès au permanganate de potasse.

COMPOSITION DU CERVEAU HUMAIN.

TABLEAU A. — *Minéralisation et cendres.*

Pour 1000^g de cerveau frais :

	Cerveaux : 1.	2.	3.	4.
NaOH	1,677	2,897	2,340	3,096
KOH	1,472	2,466	2,337	3,398
$Ca(OH)^2$	0,038	0,058	0,059	0,063
$Mg(OH)^2$	0,181	0,273	0,226	0,261
SO^4H^2	3,449	5,102	4,412	5,004
PO^4H^3	9,369	11,142	10,244	12,230
HCl	1,640	2,044	1,959	3,360
$Fe(OH)^2$	0,097	0,201	0,148	0,182
Cendre :	10,021	12,528	12,279	13,440

([1]) L. LEMATTE et Mlle DELACROIX, *Dosage volumétrique de l'acide phosphorique* (*Bull. Soc. Ch. Biol.*, **6**, n° 6, 1924, p. 521-533).

([2]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 745.

([3]) *Sur le dosage du calcium en physiologie* (*Thèse Faculté Sc. de Fribourg*, 1906).

TABLEAU B.

Pour la totalité de l'organe :

	Poids en grammes :			
	945.	1055.	1024.	1140.
$NaOH$	1,585	3,052	2,398	3,529
KOH	1,392	2,607	2,395	3,873
$Ca(OH)^2$	0,035	0,061	0,060	0,072
$Mg(OH)^2$	0,171	0,288	0,231	0,297
SO^4H^2	3,260	5,394	4,521	5,704
PO^4H^3	8,856	11,778	10,496	13,942
HCl	1,556	2,161	2,008	3,830
$Fe(OH)^2$	0,092	0,213	0,152	0,207
Cendres :				
	,469	13,217	12,573	15,321

Conclusions. — 1. Les quantités des différents éléments minéraux des cerveaux d'adultes varient dans des limites assez restreintes.

2. Le phosphore est la dominante minérale du cerveau.

3. L'âge modifie peu la composition du cerveau. Chez le vieillard, la quantité d'eau est diminuée.

4. Pour 1000 d'organe, le cerveau du vieillard est plus riche en phosphore et en sodium.

A $15^h 50^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 15^m$.

É. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 3 NOVEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS BOUVIER, PUIS DE M. GUILLAUME BIGOURDAN

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Il me faut vous annoncer encore un nouveau deuil : la mort vient de ravir à notre compagnie un de ses membres libres les plus plus illustres, enlevant du même coup à la France un de ceux qui ont le plus contribué à la rendre florissante. M. **Tisserand** vient de s'éteindre; nous l'avons conduit ce matin au lieu du grand repos. Il avait 95 ans; c'est un âge où l'on peut disparaître; et pourtant nous serons tous surpris de ne plus le voir assister à nos séances : les années, chez lui, ne semblaient pas laisser de traces; au physique comme au moral, il résistait à leurs coups; nul plus que lui ne fut fidèle à nos réunions, et c'était plaisir de le voir entrer dans cette salle où son humeur souriante et douce lui avait valu toutes les sympathies.

Peut-on imaginer carrière plus longue, plus homogène et plus féconde que la sienne? Durant trois quarts de siècle, il fut l'homme d'une seule œuvre et d'une seule idée : il voulut rendre la France prospère et assurer son avenir en développant par la science les richesses de son terroir. Avec un rare bonheur, mais aussi une constance et des aptitudes peu ordinaires, il a su accomplir sa belle et lourde tâche.

Laissez-moi indiquer les principales étapes de cette admirable vie. En 1850, il entre à l'Institut agronomique fondé depuis deux ans à Versailles. Il en sort dans les premiers rangs et, de ce fait, obtient une mission

qui doit diriger et éclairer toute son existence : durant cinq années entières, il s'initie à tous les travaux de la pratique agricole et aux exigences de l'administration d'une exploitation rurale en visitant les pays de l'Europe les plus renommés pour leur agriculture, les Iles-Britanniques, la Belgique, la Hollande, le Danemark, la Norvège, l'Allemagne ; il vit dans les fermes, il prend part à toutes les opérations de culture, il suit de près l'élevage des animaux domestiques. C'est le pèlerin de l'agriculture, un pèlerin passionné qui sacrifie à son culte le plus cher.

En 1858, muni d'un riche et précieux bagage, il revient en France et, dans les domaines impériaux, prend la direction d'un grand service agricole où il a pour tâche de procéder à la mise en valeur de vastes terrains situés dans les régions les plus pauvres de la France. Il réussit au delà de tout espoir dans cette difficile entreprise, si bien qu'après la guerre de 1870, il est nommé Inspecteur général de l'Agriculture.

Alors commence son apostolat et son inoubliable campagne pour la régénération et le développement de l'Agriculture en engageant celle-ci dans les voies scientifiques et en dirigeant vers elle l'attention des savants : il fait créer les écoles pratiques d'Agriculture intermédiaires entre les fermes-écoles et les écoles nationales, et il reconstitue à Paris l'Institut agronomique dont il assume la direction jusqu'en 1879. C'est le moment où il occupe la lourde fonction de Directeur général de l'Agriculture, durant laquelle, pendant 18 années, il poursuit son œuvre sans jamais se lasser : les laboratoires agricoles se multiplient, les chaires départementales d'agriculture sont créées, dans le pays s'établissent de nombreux champs d'expériences, des missions d'études nous renseignent sur ce qui se fait à l'étranger. Tisserand a fait naître de toutes pièces l'organisation actuelle, si vaste et si absorbante qu'il a fallu la répartir entre plusieurs directions pour en parfaire le développement.

Non seulement il l'a fait naître et l'a dirigée seul, mais il a su par moments s'en distraire pour publier des Ouvrages de haute observation agricole et de sagacité scientifique : dès 1865, ses *Études économiques sur le Holstein, le Slesvig et le Danemark* lui valurent dans le premier domaine une réputation de bon aloi; en 1875, il attirait l'attention du monde savant par son travail sur *la végétation dans la haute altitude*, et en 1876 par ses recherches sur le *traitement du lait à basse température*.

Il servit mieux encore la Science par le concours qu'il donna aux savants; en 1877, il ne négligea rien pour rendre possibles et faciles les expériences en plein champ sur la vaccination anticharbonneuse, et Pasteur se fit alors

un devoir de signaler chez M. Tisserand « la préoccupation constante de favoriser et de provoquer même les travaux scientifiques ».

A cet hommage du plus grand des hommes de science, M. Tisserand put en ajouter un autre également précieux, celui d'un grand Ministre de l'Agriculture. Vers 1890, les idées libre-échangistes semblaient devoir triompher, mettant en péril l'œuvre entreprise, car notre agriculture eût été écrasée sous le poids de la production des pays neufs. Un ministre clairvoyant, M. Méline, sut faire triompher le principe d'une sage protection, et comme le disait notre regretté Müntz, « de la loi tutélaire qui nous a préservés d'un désastre certain, M. Tisserand fut le principal artisan ». M. Méline s'est fait un devoir de le proclamer, mais il a eu le mérite de comprendre M, Tisserand, et si, à l'heure actuelle, l'agriculture française suffit presque à nos besoins les plus pressants, c'est au grand Ministre et à son Directeur que nous en sommes redevables.

Justement fier de ces deux hauts hommages, conscient d'avoir réalisé une œuvre féconde et donné à son pays le plus grand élément de richesse et de stabilité, chargé de tous les honneurs, M. Tisserand a pu s'endormir en paix, Ce Lorrain de Phalsbourg a bien servi la France : c'est un grand citoyen qui disparaît; ce sera, pour la postérité, une grande mémoire.

Par ma voix, l'Académie adresse à la famille de M. Tisserand ses profondes condoléances.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **S. Kostytschew**, Membre de l'Académie des Sciences de Russie, Professeur à l'Université de Léningrad, à M. **Jules Schokalsky**, Président de la Société Russe de Géographie, à Léningrad, et à M. **A.-O. Leuschner**, Professeur à l'Université de Californie, qui assistent à la séance.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Progrès réalisés dans l'étude du Soleil à l'Observatoire de Meudon.* Note de M. **H. Deslandres**.

Au congrès récent de l'Union Internationale d'Astronomie, réuni à Cambridge (Angleterre) en juillet dernier, les recherches sur le Soleil ont tenu une grande place. L'action réelle exercée par le Soleil sur la Terre est plus complexe, plus variée qu'on ne l'a supposé d'abord, et il est nécessaire de la reconnaître exactement.

Dans le Soleil, le phénomène principal est la grande variation undécennale des taches et facules de la surface (période moyenne, 11 ans $\frac{1}{10}$), variation qui s'étend aux dépendances extérieures de l'astre, aux trois couches de l'atmosphère, à la couronne et même aux planètes, ou tout au moins à leurs champs magnétique et électrique. Les aurores boréales, les orages magnétiques terrestres et aussi l'oscillation diurne de l'aiguille aimantée varient en effet nettement comme les taches du Soleil, au moins lorsqu'on considère les changements survenus dans un intervalle de temps un peu long.

Le Soleil a deux rayonnements distincts : d'une part un rayonnement du type lumineux, émis par la surface, qui est le principal et est peut être accompagné de rayons X et ultra X, et, d'autre part, un rayonnement corpusculaire, récemment mis hors de doute par Störmer, et qui explique bien les aurores boréales et les variations du magnétisme terrestre; mais on ne sait pas encore s'il est émis par la surface ou par une des trois couches de l'atmosphère, par une tache ou par une facule. Parfois lorsqu'une grosse tache passe au méridien central du Soleil, les aimants terrestres sont troublés; on ne connaît pas encore le signe ou la propriété qui distingue une tache active d'une autre tache plus grande et inactive.

Le rayonnement ordinaire ou lumineux a été d'abord considéré comme constant; mais dans les dernières années, Abbot a annoncé des variations accidentelles, de 5 pour 100 au plus, qui d'après Clayton, influeraient presque immédiatement sur la température et la pression dans notre atmosphère. Ces variations seraient dues soit à l'absorption variable de l'atmosphère solaire, soit, comme le suppose Clayton, à une action spéciale des facules; en réalité la cause nous échappe encore.

Notre connaissance du Soleil, de son action réelle sur la Terre, est donc encore incomplète. Pour aller plus loin, il faut enregistrer d'une manière continue tous les éléments variables du Soleil et de la Terre. C'est la règle que j'ai posée en 1893, lorsque j'ai annoncé et prouvé en même temps que les recherches nouvelles sur le Soleil nous révélaient, au-dessus de la première couche qui est la surface, trois couches nouvelles dans son atmosphère (basse ou renversante, moyenne, supérieure) et dans la demi-sphère entière tournée vers la Terre.

Pour assurer l'étude continue du Soleil, la collaboration internationale est nécessaire; et, au congrès de Cambridge, la commission solaire a dû relever avec soin tous les observatoires engagés dans les recherches solaires et leurs moyens d'action. De cet examen, il résulte que l'observatoire de

Meudon est un des mieux organisés pour cette étude; même, sur certains points, il peut être présenté comme un modèle. Je suis conduit à exposer brièvement les progrès réalisés à Meudon depuis la guerre dans l'observation du Soleil, progrès qui sont encore inédits.

Il faut à tout instant comparer les variations du Soleil et celles de l'aiguille aimantée. Or, dans les observatoires, l'enregistreur magnétique est en général éloigné de l'appareil solaire et la feuille de l'enregistreur est relevée seulement toutes les 24 heures; les orages magnétiques sont signalés lorsqu'ils sont terminés ou déjà commencés. A Meudon la cabane de l'enregistreur est tout près du bâtiment du grand spectrohéliographe et son papier photographique est de ceux qui noircissent sans développement. De plus ce papier a pu être placé dans la salle même du spectrohéliographe, et l'observateur solaire, en soulevant un simple voile, a sous les yeux les déviations des six dernières heures; même, lorsque la déviation est forte, une sonnerie est mise en mouvement. Ce dispositif a été réalisé par Lyot, astronome assistant.

Avant la guerre, l'observatoire avait organisé un photohéliographe qui donne la surface solaire, un petit spectrohéliographe à faible dispersion, qui relève la couche basse de l'atmosphère et la couche moyenne avec les protubérances, un grand spectrohéliographe quadruple qui révèle la couche supérieure avec les protubérances, et enfin deux spectro-enregistreurs des vitesses.

Après la guerre, on a dû diminuer le personnel et aussi le nombre des épreuves journalières. Le grand spectrohéliographe a été maintenu seul en service, au moins pendant les jours qui n'offrent pas de phénomènes d'un intérêt spécial; car il peut donner les quatre couches, surface et couches basse, moyenne et supérieure de l'atmosphère et avec un diamètre déjà grand de 90^{mm}; de plus il a été organisé de manière à être rapidement transformable en spectro-enregistreur des vitesses, et inversement. L'aide astronome d'Azambuja, qui a la charge de l'appareil, l'a parfaitement organisé pour cet emploi multiple; en outre, il s'est proposé d'établir, pour chaque rotation entière de l'astre, une carte synoptique qui donne les détails de la couche supérieure, c'est-à-dire les filaments noirs caractéristiques et les protubérances. Les mesures nécessaires sont longues, mais elles ont déjà donné des résultats intéressants sur la rotation des filaments et le lien avec les protubérances. Les cartes nouvelles complètent les cartes publiées par l'observatoire de Zurich, qui relèvent les détails de la surface, taches et facules, le format et la disposition générale étant les mêmes.

Nous avons déjà 30 de ces cartes, qui ont été présentées au congrès de Cambridge; et, comme elles sont d'intérêt général, l'Union astronomique nous a accordé une subvention annuelle de 10000^{fr} pour leur publication et pour les frais d'un assistant.

Le nombre des épreuves journalières a pu encore être réduit; on se borne à celles qui sont strictement indispensables. Chaque jour, autant que le temps le permet, on fait d'abord une épreuve (K_3) de la couche supérieure du calcium, puis une épreuve K_1 de la couche basse, puis une épreuve ($K_1 K_2 K_3$) des vitesses radiales sur le disque à laquelle on joint souvent une épreuve des protubérances, et enfin une épreuve ($H\alpha$) de la couche supérieure de l'hydrogène. L'épreuve (K_1) suffit pour la carte de Zurich; elle donne les taches aussi bien qu'une épreuve de la surface et beaucoup mieux les facules. L'épreuve (K_3) donne à la fois les détails de la couche moyenne, de la couche supérieure et des protubérances; avec l'appoint de la couche ($H\alpha$), elle suffit amplement pour la carte de Meudon.

La netteté des images a été améliorée par les précautions suivantes. Dans le bâtiment du grand spectrohéliographe, dont le toit est recouvert de terre, la température à l'intérieur est à peu près constante, mais différente de la température à l'extérieur. Pour éviter le trouble qui en résulte pour le faisceau solaire à son entrée dans le bâtiment, on a bouché hermétiquement l'ouverture avec l'objectif de projection. Les images sont devenues nettement meilleures et peut-être aussi bonnes qu'avec le tower télescope vertical du Mont Wilson; le spectrohéliographe horizontal est d'ailleurs plus commode.

Finalement le spectrohéliographe de grande dispersion, aisément transformable en enregistreur des vitesses, est l'appareil vraiment nécessaire, et il convient d'insister sur ce point au moment où plusieurs observatoires solaires sont en construction. Les photohéliographes et les spectrohéliographes de petite dispersion sont déjà trop nombreux, et il n'y a pas lieu de les augmenter. Le directeur très actif de l'Observatoire de Coïmbra, da Costa Lobo, a fort bien compris les besoins à satisfaire, et il a organisé récemment dans son observatoire un grand spectrohéliographe identique au nôtre. Les deux observatoires de Coïmbra et de Meudon réuniront leurs épreuves pour l'établissement de la carte, et les lacunes restantes seront comblées par les Observatoires de Kodaïkanal et du Mont Wilson.

Jusqu'ici l'Observatoire de Meudon est le seul qui enregistre les mouvements radiaux des vapeurs solaires; or l'étude des mouvements est aussi utile que celle des formes. Les mouvements radiaux sont notables et fré-

quents dans les protubérances, mais rares dans la couche moyenne; un trouble exceptionnel de cette couche peut annoncer une tache ou une région vraiment actives. Les filaments sont parfois le siège de mouvements violents et de courte durée; la raie (K_3) du calcium sort alors de la fente du spectrohéliographe, et est révélée seulement par les épreuves des vitesses. Les atomes du calcium, ionisés positivement, sont ainsi lancés fortement dans la direction de la Terre; or certaines aurores boréales ont été attribuées, comme on sait, à des rayons solaires positifs.

Les épreuves des vitesses ont aussi décelé en 1911 des protubérances hélicoïdales particulièrement intéressantes, parce qu'elles donnent une mesure du champ magnétique solaire extérieur, à la base de la couronne. Le champ a été trouvé très faible, 10^{-7} gauss seulement; et, plus tard, en 1922, Störmer, en s'appuyant sur les aurores boréales et les formes des jets coronaux, a trouvé pour le même champ exactement la même valeur. Cette étude est continuée et il convient d'ajouter quelques détails. Les protubérances du calcium sont formées d'ions positifs; mais les conditions sont différentes selon que la protubérance est large ou réduite à un jet très mince. Dans le premier cas, les charges électriques, extrêmement nombreuses, donnent lieu à un champ électrique et à un champ magnétique intenses et complexes, d'où résultent des mouvements variés dans toutes les directions; mais lorsque le jet est mince et isolé, le champ magnétique général du Soleil intervient presque seul pour donner au jet sa forme, et la protubérance apparaît hélicoïdale. On relève avec soin ces protubérances spéciales sur les épreuves des formes et des vitesses; la largeur et l'écartement des spires indiquent à première vue que le champ solaire est variable, mais toujours très faible et de l'ordre de 10^{-7} gauss. A noter que, avec un champ beaucoup plus fort, les rayons cathodiques, émanés de la région des taches, ne pourraient pas atteindre la Terre.

D'autre part ces recherches sur l'atmosphère solaire ont été étendues aux étoiles jaunes et les derniers résultats de cette étude nouvelle poursuivie avec Burson, aide astronome, seront publiées prochainement.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la sixième conférence internationale de la Chimie pure et appliquée.* Note de M. A. Béhal.

La sixième conférence internationale de la Chimie s'est tenue à Bucarest du 22 au 25 juin sous la présidence de Sir William Pope, F. R. S., professeur à l'Université de Cambridge et membre associé de notre Académie.

Dix-huit pays étaient représentés et l'adhésion de la Lettonie admise à l'unanimité porte le nombre des pays adhérents à vingt-huit.

La séance solennelle d'ouverture de la conférence eut lieu à l'Athénée Roumain sous la présidence de Son Altesse Royale le Prince héritier, qui souhaita en termes chaleureux la bienvenue aux chimistes et techniciens étrangers. Il tint à souligner combien le choix de la Roumanie comme siège de la sixième conférence honorait son pays et présentait pour lui une grande importance. Le Dr Angelesco, ministre de l'Instruction publique, salua au nom du Gouvernement les membres de la Conférence; M. le Dr Costinesco, maire de Bucarest, et M. Emil Pangrati, recteur de l'Université, adressèrent des paroles de bienvenue aux délégués étrangers. Le professeur S. Minovici, président du Comité local d'organisation, fit l'histoire de l'Union internationale de la Chimie pure et appliquée et montra la part prise par la Roumanie à ses travaux; enfin Sir William Pope rendit hommage à la science roumaine; en particulier, il mentionna les œuvres d'Istrati et de Poni et il remercia le Comité local d'organisation pour l'hospitalité qu'il offrait à la Conférence.

Les travaux des diverses commissions s'effectuèrent régulièrement.

Le Conseil, conformément à l'ordre du jour, vota la résolution suivante :

« L'Union internationale de la Chimie pure et appliquée émet le vœu que le Conseil international de Recherches modifie ses Statuts, de telle manière que chaque pays qui entre dans la Société des Nations puisse éventuellement être admis dans les Unions affiliées au Conseil international des Recherches ».

Le renouvellement du Bureau eut lieu et furent nommés par acclamations :

Président : M. Ernst Cohen (Pays-Bas).

Vice-présidents : MM. Gabriel Bertrand (France), Stephen Minovici (Roumanie), Raffaelo Nasini (Italie), James F. Norris (États-Unis), Amé Pictet (Suisse), Frédéric Swarts (Belgique);

Secrétaire général : M. Jean Gérard (France).

Le Conseil décida que la septième Conférence annuelle de l'Union se tiendrait en 1826 à Washington.

Deux sujets très intéressants ont été traités cette année, l'un intitulé : « Le problème de l'azote » par M. F. Giordani, professeur à l'École Polytechnique de Naples, l'autre : « Les relations entre la constitution chimique des corps et leurs propriétés physiologiques » par M. E. Fourneau, membre de l'Académie de Médecine, chef de service à l'Institut Pasteur.

L'accueil que fit la Roumanie aux délégués étrangers restera inoubliable.

Bucarest s'était parée d'oriflammes et de drapeaux et les réceptions se succédèrent matin et soir avec une grâce et une somptuosité admirables.

Leurs Majestés le Roi et la Reine invitèrent le Président, le Secrétaire général de l'Union et les chefs des diverses délégations à déjeuner au Palais de Pelesh à Sinaia.

Les excursions qu'avait préparées le Comité local et qui se rapportaient pour la majeure partie à l'exploitation des combustibles gazeux ou liquides furent des plus intéressantes.

Les visites aux sources de gaz méthane (sondes de Saros), leurs captations leur adduction et leur utilisation surtout pour le chauffage sont des plus intéressantes. Cet emploi a créé en Roumanie diverses industries : fabriques de vitres et de bouteilles, émaillage des métaux avec soudure autogène, fabrication de l'azote par combustion théorique du gaz méthane dans l'air au moyen des fours Borsig, celle du carbure de calcium, au moyen de l'électricité fournie par la combustion du gaz méthane, la cyanamide, l'ammoniaque, le carbonate de soude etc.

La visite des chantiers de pétrole de Campina, de la raffinerie de Steana Romana complétèrent l'excursion dans le domaine des combustibles, enfin l'excursion aux mines de sel de Slanic dont l'exploitation en galeries immenses mérite d'arrêter l'attention des visiteurs.

Une excursion à Constantinople à bord de la *Princesse-Marie*, bateau frété spécialement pour la conférence, termina les réunions de la conférence.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la pulégone, des alcoyl-pulégols tertiaires et des alcoyl-pulégènes.* Note [1] de MM. **V. Grignard** et **J. Savard**.

On sait depuis longtemps que l'action de CH^3MgI sur la pulégone donne un méthylpulégol, lequel, par déshydratation, conduit à un hydrocarbure dont la constitution est restée douteuse.

Grignard [2] le considérait comme un dérivé méthénique (I); Rupe [3], s'appuyant sur l'absence d'exaltation de la réfraction moléculaire, proposait la formule (II); un peu plus tard, Auwers et Eisenlohr [4], ayant observé

---

(1) Séance du 26 octobre 1925.

(2) *Thèse*, Lyon, 1901; *Ann. Ch. et Ph.*, **24**, 1901, p. 433.

(3) *D. ch. Ges.*, **41**, 1908, p. 1750.

(4) *D. ch. Ges*, **43**, 1910, p. 827.

une exaltation de 0,5 admettaient la constitution (III) comportant deux doubles liaisons conjuguées.

```
       CH³                    CH³                    CH³
        |                      |                      |
       CH                      C                     CH
   H²C/  \CH²             H²C/ \\CH              H²C/  \
      | I |                  | II |                 | III ||
   H²C\  /C = CH²         H²C\  /CH — CH³        H²C\  //C — CH³
       C                       C                      C
       ||                      ||                     ||
  CH³ — C — CH³           CH³ — C — CH³          CH³ — C — CH³
```

A l'occasion d'un travail d'ensemble sur l'action des organomagnésiens sur la pulégone, il nous a paru nécessaire de reprendre cette étude.

Nous avons pu, croyons-nous, la mener à bien grâce à la méthode instituée par l'un de nous ([1]) pour le dosage, au moyen de l'ozone, des groupements méthène et isopropylidène.

1° En appliquant cette méthode à la pulégone ordinaire, on trouve que ce corps n'est pas, comme on l'a admis jusqu'à présent, un individu chimique unique, mais un mélange contenant, à côté de la véritable pulégone [forme β, $\Delta - 4(8)$], 15 à 18 p. 100 d'isopulégone (forme α, $\Delta - 8$).

2° L'action des organomagnésiens ne modifie pas cet équilibre (dans la limite de précision de la méthode), si bien que les β-pulégols tertiaires sont mélangés, dans la même proportion, sensiblement, d'α-pulégols (isopulégols).

3° Nous devons donc nous attendre, en déshydratant ces alcools tertiaires, à obtenir des hydrocarbures dérivés des deux formes. En fait, le phénomène est plus complexe parce que les agents de déshydratation isomérisent partiellement la forme β en forme α. Cette déshydratation est assez délicate car les α-pulégols paraissent être beaucoup plus résistants que les β, vis-à-vis de la plupart des agents de déshydratation.

Cependant on ne peut séparer les deux formes en raison du phénomène d'isomérisation, dont l'importance varie d'ailleurs avec les différents pulégols et probablement aussi avec le déshydratant.

Les meilleurs résultats ont été obtenus par action du trichlorure de phosphore ou de l'anhydride acétique additionné d'acétate de potassium.

Considérons alors les hydrocarbures fournis par les méthyl-, propyl-, butyl- et isopropyl-pulégol. Si on les soumet à l'ozonisation et que l'on

---

(1) GRIGNARD, DOEUVRE et ESCOURROU, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 669.

dose, d'une part, l'acétone (groupements isopropylidène), d'autre part, l'aldéhyde et l'acide formiques (groupements méthène), on trouve (pour 100) :

	$(CH^3)^2CO$.	$CHO + HCO^2H$.	Total.
Méthylpulégène	28	68	96
Propylpulégène	77	24	101
Butylpulégène	45	50	95
Isopropylpulégène	56	43	99

Dans la limite de précision de la méthode de dosage, le total des deux formes de groupements dans tous ces hydrocarbures est égal à 100, c'est-à-dire que nous ne trouvons pas d'autres groupements de cette nature que ceux qui découlent de la position de la double liaison initiale.

Nous pouvons en conclure que la nouvelle double liaison créée par la déshydratation est intranucléaire. Si elle était, en effet, nucléaire (semi-cyclique), même partiellement, le total des dosages devrait être beaucoup plus élevé et se rapprocher de 200 pour le méthyl- et l'isopropylpulégène (¹).

Il reste maintenant à déterminer la position de la deuxième double liaison à l'intérieur du cycle.

Rupe avait déjà essayé de résoudre cette question dans le cas du méthylpulégène. Par ozonisation, il avait pu isoler un acide cétonique (IV) dont la formation était inexplicable avec la formule (II) qu'il admettait pour l'hydrocarbure. Mais nous venons de montrer que cet hydrocarbure est un mélange qui contient environ 68 pour 100 de la forme α, insoupçonnée par Rupe. Le méthyl α-pulégène a donc très vraisemblablement la formule (V) que ne peut donner la forme β, et il en est sans doute de même pour ses homologues (α) supérieurs.

(IV): CH^3 — CH ; CH^2, CH^2 ; CH^2, $CO—CH^3$; COOH ← (V): CH^3 — CH ; CH^2, CH^2 ; CH^2, $C—CH^3$; CH — $CH^3—C{=}CH^2$ (VI): CH^3 — CH ; CH^2, CH ; CH^2, $C—C^3H^7$; C = $CH^3—C—CH^3$ → (VII): CH^3 — CH ; CH^2, COOH ; CH^2 ; COOH

(¹) Un autre argument en faveur de cette conception, c'est que la déshydratation s'effectue tout aussi bien lorsqu'elle est impossible vers la chaîne latérale, comme cela se présente pour le tertiobutyl- et le phényl-pulégol.

Il nous reste enfin à déterminer la place de la seconde double liaison dans la forme β. Nous nous sommes adressés, pour cela, au propylpulégène qui contient, comme nous l'avons montré, à peu près 77 pour 100 de cette forme.

En en soumettant 15 à 20^g à l'ozonisation, puis décomposant l'ozonide par l'eau, on isole principalement de l'acide α-méthylglutarique (VII), soluble dans l'eau, caractérisé par son point de fusion 77°, et son analyse. On en déduit que la double liaison cherchée est en 2 (VI) et non en 1, comme le supposait Rupe. Dans ce dernier cas, en effet, on devrait trouver de l'acide lévulique, et nous n'avons pu mettre celui-ci en évidence.

Nous nous sommes d'ailleurs assurés par une expérience directe que notre acide α-méthylglutarique ne provient pas d'une ozonisation plus avancée de l'acide de Rupe.

Ainsi donc les alcoylpulégènes sont des mélanges en proportions variables des deux formes α et β, dont l'origine, sinon la proportion, remonte à la pulégone naturelle elle-même (1). Dans ces deux séries d'hydrocarbures, les deux doubles liaisons sont conjuguées et il résulte de ce fait une anomalie, encore inexpliquée, qui est l'absence d'exaltation de la réfraction moléculaire. En dehors du méthylpulégène, en effet, qui nous a donné une très légère exaltation (0,1 à 0,2), tous les autres pulégènes atteignent, tout juste, la théorie. De nouvelles recherches semblent donc être encore nécessaires pour élucider ce point particulier.

M. d'Ocagne fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage dont il a écrit la *Préface*, intitulé *La compensation des erreurs des levés topographiques par la méthode des moindres carrés*, par M. Georges-A. Lezinas, ingénieur-expert près les tribunaux mixtes d'Alexandrie.

Cet Ouvrage a pour but d'approprier aux besoins des topographes cette méthode depuis longtemps familière aux géodésiens.

---

(1) La pulégone que nous avons employée était retirée, par distillation, d'une menthe Pouliot fournie par les établissements Bernard Escoffier, de Grasse et Lyon.

PLIS CACHETÉS.

M. J. Andrade demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 27 juillet 1925 et enregistré sous le n° 9557.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient la Note suivante, dont l'Académie ordonne la publication :

Ce pli cacheté est destiné à préciser d'une manière définitive la constitution de l'*octuple isochrone*, je veux dire l'assemblage de ressorts hélicoïdaux de faible inclinaison à l'état naturel, assemblage capable d'actionner un balancier de manière à produire sur ce balancier une vibration régulière sinusoïdale, *mais sans frottements perturbateurs irréguliers durant la vibration*. L'élément fondamental de cet octuple est tout d'abord la succession de 4 ressorts, tels que spiraux cylindriques des chronomètres, sectionnant par la pensée les portions contiguës du quadruple, commençant ainsi par un libre bout de virole, rencontrant ensuite un bout de piton encastré, puis un bout de virole et ainsi de suite dans l'ordre indiqué; ce quadruple se termine alors par un bout de virole.

Imaginez alors la cage des pitons sur le bâti, et la cage des viroles formant toujours comme dans les spiraux de Le Roy égaux, des supports d'encastrement portés par deux systèmes de génératrices respectivement à angle droit. Ainsi se succèdent deux ressorts *consécutifs*, *travaillant circulairement alors en sens inverse*, l'un s'ouvrant, l'autre se fermant. Si dès lors on envisage isolément le quadruple ainsi constitué, *il suffit d'en constituer* en l'état naturel du système primitif, un second système, *l'ensemble symétrique du précédent par rapport à un plan transverse perpendiculaire à l'axe d'oscillation;* le nouveau système ainsi complété jouit des propriétés suivantes :

1° Ce système ne produit ni réactions élastiques longitudinales, ni autres sur le balancier oscillant soumis à l'action de ces supports, sauf celles qui concourent à l'effort tournant régulier.

2° Cette propriété est complètement indépendante de l'adoption ou du rejet de l'hypothèse des techniciens sur le mode d'action des ressorts, hypothèse que j'ai précisée dans mon petit volume sur les ressorts réglants.

3° Ce système est propre à constituer à température fixe, et pour les trois systèmes d'axes, à flotteurs, ou à pivot, des horloges élastiques isochrones.

NOMINATIONS.

M. **Ch. Lallemand**, fait savoir à l'Académie que le *Bureau des Longitudes*, qu'il préside, s'est préoccupé de l'opportunité qu'il y aurait de célébrer en 1927 le centenaire de **Laplace**.

Un comité d'honneur serait constitué, qui comprendrait le Bureau de l'Académie des Sciences et les Membres de la Division des Sciences mathématiques, ainsi que les Membres du Bureau des Longitudes. A l'unanimité, le Bureau des Longitudes a émis l'avis que la présidence de ce Comité soit offerte à M. **Émile Picard**.

Ces propositions sont agréées par l'Académie.

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de trois candidats à l'emploi de *Directeur des Essais* à l'administration des Monnaies et médailles, pour la première ligne, M. *Marcel Guichard* réunit 33 suffrages contre 5 à M. *M. Forest*.

Pour la seconde ligne, M. *M. Forest* obtient 22 suffrages contre 4 à M. *Clausmann*. Il y a 2 bulletins blancs.

M. *P. Clausmann*, qui était présenté *ex æquo* en seconde ligne par la section, sera inscrit en troisième ligne.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre des Finances comprendra :

En première ligne	M. **Marcel Guichard**.
En seconde ligne	M. **Maxime Forest**.
En troisième ligne	M. **P. Clausmann**.

CORRESPONDANCE.

M. **Mangin** dépose une relation de la croisière effectuée, en 1925, par le *Pourquoi-Pas?* sous le commandement de M. **Jean Charcot**.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *The Building of the National Academy of Sciences and National Research Council*, by W. K. Harrisson. (Transmis par M. George Ellery Hale.)

2° *L'Industrie des Produits chimiques et ses Travailleurs*, par A. Matagrin. (Présenté par M. Ch. Moureu.)

3° *Rapport général présenté au nom de la* Commission permanente *du Comité international des* Tables annuelles de Constantes et données numériques de Chimie, de Physique et de Technologie *pour l'année* 1924.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode d'interpolation de Tchebycheff.* Note de M. **Romanovsky**, présentée par M. Émile Borel.

Le grand mathématicien russe P.-L. Tchebycheff publia dans une série de Mémoires (1855-1859) une méthode d'interpolation parabolique bien remarquable. Dans la méthode ordinaire, on doit refaire tous les calculs quand l'approximation atteinte n'est pas suffisante. Dans la méthode de Tchebycheff, cet inconvénient est écarté : les calculs déjà faits se conservent dans chaque pas d'une nouvelle approximation.

Ce résultat est atteint par une transformation du polynome d'interpolation du p^{ieme} ordre en une série de polynomes

$$A_0\varphi_0(x) + A_1\varphi_1(x) + \ldots + A_p\varphi_p(x) \tag{1}$$

satisfaisant à la condition fondamentale de rendre minimum l'expression

$$U = \sum_{i=1}^{n} p_i \left[y_i - \sum_{h=0}^{p} A_h \varphi_h(x_i) \right]^2, \tag{2}$$

où p_i sont les poids des valeurs observées y_i que l'on cherche à interpoler et qui correspondent aux valeurs x_i de x.

Dans les lignes suivantes, je montre comment on peut déduire la méthode de Tchebycheff de considérations très élémentaires.

Soit donnée la suite de fonctions $1, x, x^2, \ldots, x^p$. En posant $\varphi_0(x) = 1$, nous les orthogonaliserons *sur la base* (p_i, x_i, y_i) à l'aide des polynomes $\varphi_0(x), \varphi_1(x), \ldots, \varphi_p(x)$ de degrés $0, 1, \ldots, p$.

Soit

$$(u)=\sum_{i=1}^{n} p_i u(x_i).$$

Alors $\varphi_1(x)=a\varphi_0(x)+bx$ sera orthogonal à $\varphi_0(x)=1$ si

$$(\varphi_0\varphi_1)=a(\varphi_0\varphi_0)+b(x\varphi_0)=0,$$

d'où, en posant $b=1$,

$$a=-\frac{(x\varphi_0)}{(\varphi_0\varphi_0)} \qquad \text{et} \qquad \varphi_1(x)=-\frac{(x\varphi_0)}{(\varphi_0\varphi_0)}\varphi_0(x)+x.$$

De la même manière, en posant $\varphi_2(x)=a'\varphi_0+b'\varphi_1+c'x^2$, on écrit les conditions d'orthogonalité des fonctions φ_0, φ_1, φ_2 :

$$(\varphi_0\varphi_2)=a'(\varphi_0\varphi_0)+c'(x^2\varphi_0)=0, \qquad (\varphi_1\varphi_2)=b'(\varphi_1\varphi_1)+c'(x^2\varphi_1)=0,$$

et l'on en tire, en posant $c'=1$,

$$\varphi_2(x)=-\frac{(x^2\varphi_0)}{(\varphi_0\varphi_0)}\varphi_0(x)-\frac{(x^2\varphi_1)}{(\varphi_1\varphi_1)}\varphi_1(x)+x^2.$$

Il est aisé de voir maintenant que le polynome

$$(3) \qquad \varphi_k(x)=-\sum_{h=0}^{k-1}\frac{(x^k\varphi_h)}{(\varphi_h\varphi_h)}\varphi_h(x)+x^k$$

est orthogonal à tous les polynomes précédents φ_0, φ_1, ..., φ_{k-1} et que le système de polynomes $\varphi_h(x)$ ($h=0, 1, \ldots, p$) ainsi formés représente bien l'orthogonalisation des fonctions $1, x, x^2, \ldots, x^p$ sur la base (p_i, x_i, y_i). Il est aussi bien facile de s'assurer que $(\varphi_h\varphi_h)>0$ si $x_1, x_2, \ldots, x_n$ sont distincts et si $n>p$. On remarquera aussi que toujours

$$(4) \qquad (\varphi_h\varphi_h)=(x^h\varphi_h).$$

Si l'on cherche maintenant à rendre minimum la somme (2), on obtiendra

$$-\frac{1}{2}\frac{\partial U}{\partial A_k}=\sum_{i=1}^{n}p_i\varphi_k(x_i)\left[y_i-\sum_{h=0}^{p}A_h\varphi_h(x_i)\right]=(y\varphi_k)-A_k(\varphi_k\varphi_k)=0,$$

d'où

$$(5) \qquad A_k=\frac{(y\varphi_k)}{(\varphi_k\varphi_k)}.$$

Les équations (3) et (5) nous montrent que les $\varphi_k(x)$ et A_k, qui rendent minimum la somme (2), ne dépendent que de p_i, x_i, y_i. Ainsi nous retrouvons les traits essentiels de la méthode de Tchebycheff : les calculs faits pour trouver l'expression (1) se conservent tous et il suffit de calculer le terme complémentaire $A_{p+1}\,\varphi_{p+1}(x)$ si l'on veut une approximation plus grande ; les fonctions $\varphi_h(x)$ sont les mêmes que chez Tchebycheff.

En évaluant la somme (2) rendue minimum on aura

$$(6)\qquad \min.\mathrm{U} = \delta_p^2 - (yy) - \sum_{h=0}^{p} A_p(y\varphi_h),$$

d'où

$$(7)\qquad \delta_p^2 = \delta_{p-1}^2 - A_p(y\,\varphi_p).$$

C'est la formule qui permet d'apprécier l'ordre d'approximation obtenue avec l'expression (1).

Il est facile de construire un schéma de calculs suivant les formules (3), (5), (6). Mais nous laissons ce point de côté et remarquons seulement que le calcul de $A_0\varphi_0$ et δ_0^2, $A_1\varphi_1$ et δ_1^2, $A_2\varphi_2$ et δ_2^2, ..., ne demandent que l'évaluation de (y) et (y^2) ; (x), (x^2) et (yx) ; (x^3), (x^4) et (yx^2) ; ... ; respectivement.

Les considérations exposées ci-dessus sont susceptibles de généralisations diverses.

BALISTIQUE. — *Application de la photographie sur plaque mobile à l'étude du mouvement des projectiles et en particulier à la mesure de leur vitesse.* Note de MM. **G. Foëx** et **J. Kampé de Fériet**.

Pour établir la table de tir d'un obus il est nécessaire de connaître la vitesse initiale et la portée atteinte sous un angle de tir déterminé. Le procédé usuel de mesure des vitesses à l'aide des cadres-cibles associés à des chronographes Leboulengé-Bréger cesse d'être pratique lorsque l'on tire sous un angle supérieur à 30°. Il conduit soit à placer le deuxième cadre à une hauteur considérable (160^{m} pour un obus tiré à 800 m/sec. sous 45°), soit à faire deux tirs distincts pour la détermination des vitesses et celle des portées.

Nous avons établi un procédé d'enregistrement photographique permettant de mesurer la vitesse sous n'importe quel angle de tir avec une précision comparable à celle que donnent les cadres-cibles.

A. Un appareil photographique, monté comme une lunette de théodolite, est braqué sur la trajectoire de manière que l'axe optique de l'objectif soit perpendiculaire à celle-ci. L'image du projectile décrit, dans le plan de la couche sensible, une portion de droite xx'. La plaque est animée d'un mouvement rectiligne à peu près uniforme dont la direction yy' est perpendiculaire à xx' et dont la vitesse, réglable à volonté, est du même ordre de grandeur que celle de l'image du projectile.

Sur le cliché obtenu, les longueurs comptées parallèlement à xx' sont proportionnelles aux espaces parcourus par le projectile; la correspondance entre ces espaces et les longueurs mesurées sur le cliché est établie en photographiant sur plaque immobile une base de longueur connue. Les déplacements suivant yy' mesurent les temps, la graduation en temps étant fournie par les vibrations d'un diapason étalonné, enregistrées photographiquement pendant le mouvement de la plaque.

Pour obtenir une impression photographique de la trajectoire dans les conditions normales du tir, sans éclairage spécial du projectile, nous procédons de la façon suivante : la plaque se déplace derrière un écran percé d'une fente étroite parallèle à xx'. Elle est impressionnée par la lumière du ciel pendant la durée du passage de chacun de ses points derrière la fente. Les régions sur lesquelles se forme l'image du projectile (moins lumineux que le ciel) sont moins exposées que les autres. La trajectoire de l'image apparaît, sur la plaque négative, sous l'aspect d'une trace claire inclinée sur xx'. En opérant avec une fente dont la largeur ne dépasse guère 10 fois la largeur de l'image du projectile, on obtient de façon régulière des traces assez contrastées pour permettre des pointés à $0^{mm},1$ près.

La fente est, par construction, perpendiculaire aux glissières qui guident le mouvement de la plaque. La méthode de mesure suppose donc que l'image du projectile se déplace parallèlement à la fente. Connaissant l'angle de tir, les coordonnées du canon et celles de l'appareil, on peut, à l'aide de cercles divisés, orienter la chambre photographique de manière que cette condition soit à peu près réalisée. Le relèvement du canon au moment du tir empêche qu'elle ne le soit de façon parfaite. Pour éliminer l'erreur qui en résulte, nous donnons à la fente la forme d'un trapèze dont les petits côtés sont inclinés à 45° sur les grands. La trace est limitée aux points où l'image du projectile rencontre les bords inclinés de la fente. Lorsque la fente est correctement orientée, les distances des extrémités de la trace aux bords correspondants du cliché sont égales. Dans le cas contraire, la mesure de ces distances permet de tenir compte du défaut d'orientation.

Des essais préliminaires, effectués à Gâvre en 1918 et 1919, ont montré

que la méthode pourrait s'adapter avec succès aux nécessités du tir (¹). Depuis lors, un appareil précis a été construit. Des mesures comparatives de vitesses ont été faites en 1924 et 1925 avec cet appareil et avec des cadres cibles. Pour les 40 coups enregistrés, la moyenne des valeurs absolues des écarts entre les résultats des deux méthodes dépasse à peine deux millièmes de la quantité mesurée.

Des mesures de vitesses ont été faites sous 35° (le plus grand angle de tir atteint pendant la période des essais) avec autant de facilité qu'en tir quasi horizontal.

B. Nous avons appliqué l'enregistrement sur plaque mobile à l'étude des phénomènes qui se produisent à la bouche, au moment du départ du projectile. Nous avons pu ainsi (²) : mesurer la vitesse du front avant des gaz jusqu'à une distance notable de la bouche; déterminer la forme à un instant donné de la masse gazeuse qui s'écoule du canon; acquérir des données nouvelles sur la réinflammation des gaz combustibles de la poudre après leur mélange avec l'air; déterminer à chaque instant la position du projectile par rapport à la masse gazeuse; évaluer la vitesse de l'onde de bouche tout près du canon alors qu'elle est fortement condensée.

C. *Photographie posée.* — On peut orienter l'appareil de manière que le mouvement de la plaque soit parallèle à celui de l'image du projectile et donner à la plaque une vitesse égale à celle de cette image. On obtient alors une photographie posée du projectile en mouvement; le temps de pose est déterminé par la largeur de la fente. En le choisissant de l'ordre du millième de seconde nous avons obtenu dès 1919 de nombreux clichés d'une grande netteté. Ces clichés permettent : 1° d'évaluer l'angle que fait l'axe du projectile avec sa trajectoire; cet angle, généralement petit, atteint 45° sur l'une de nos photographies; 2° de voir, lorsque les conditions d'éclairage sont favorables, le sillage aérien du projectile.

(¹) Les résultats de ces essais sont consignés dans divers rapports déposés aux archives de la Commission de Gâvre.

(²) *Mémorial de l'Artillerie française*, 4, 1925, p. 280.

GÉODÉSIE. — *Sur les mesures relatives de l'intensité de la pesanteur à Paris et à Strasbourg.* Note de M. E. **Esclangon**, présentée par M. Émile Borel.

Au cours des années 1922, 1923, 1924, 1925, j'ai procédé, à l'aide des appareils que le Service géographique de l'Armée a obligeamment mis à ma disposition, à des observations aussi nombreuses que précises, à Paris et à Strasbourg, en vue de déterminer l'intensité relative de la pesanteur en ces deux stations. Le but de cette détermination était de créer à l'Observatoire de Strasbourg un centre principal de comparaison, en vue des mesures de la gravité en Alsace et dans les Vosges où se manifestent des anomalies particulièrement importantes, présentant en outre une distribution extrêmement singulière, par cela même d'un haut intérêt.

Le pendule employé est le pendule *réversible* et *inversable* de Defforges oscillant dans le vide. Avec une techniqne d'observation méthodique et bien étudiée, cet appareil comporte une précision très nettement supérieure à celle fournie par les pendules courts et légers fort employés actuellement, lorsqu'il s'agit d'obtenir des mesures rapides en un grand nombre de stations.

Au cours des travaux exécutés de 1922 à 1925, nous avons réalisé 174 séries d'expériences d'une durée de huit heures chacune et qui, en dehors de la valeur de la gravité à Strasbourg, nous ont fourni des résultats divers dont le détail sera donné dans un autre Recueil. La gravité à Strasbourg-Observatoire a été trouvée égale à celle de Paris-Observatoire, diminuée de $0^{m},00057$. Après réduction au niveau de la mer, on trouve que la vallée du Rhin en Alsace est le centre d'une forte *anomalie par défaut* ($-0^{m},00018$) qui se relève rapidement et se transforme en anomalie par excès sur les Vosges.

Parmi les résultats accessoires, nous avons constaté que l'effet de la température sur la durée d'oscillation n'est pas sous la dépendance unique du coefficient de dilatation du pendule. Les variations avec la température, de l'élasticité des couteaux et des plans de suspension, des coefficients de frottement (roulement et glissement), jouent un rôle très notable, et en fait, sur l'appareil employé, l'effet thermique est légèrement différent suivant que le pendule oscille autour de l'un ou de l'autre couteau. Des mesures précises de la gravité exigent donc l'étude expérimentale de l'effet

thermique sur l'appareil employé (à moins d'opérer à température constante, ce qui est du reste possible).

Enfin l'examen des résultats met en évidence la conclusion suivante. En une même station les séries indépendantes, conduisant chacune à une *détermination*, fournissent toujours des résultats identiques quand elles correspondent à des dates très voisines (8 ou 10 jours par exemple); à des dates éloignées, cette concordance n'est plus assurée, bien que l'instrument ait pu rester au repos dans l'intervalle. Les écarts, comparés à la gravité, correspondraient à quelques millioniemes de sa valeur.

L'étude critique des résultats semblerait montrer que ces écarts devraient ou tout au moins pourraient être attribués *aux variations de la gravité elle-même*, abstraction faite des variations lunisolaires dont l'ordre de grandeur est plus faible. Le principe de la variabilité possible de la gravité doit être actuellement posé. Au $\frac{1}{1\,000\,000}$ près, sa vérification est du domaine de l'expérience; mais, pour présenter toute la sécurité désirable, les observations doivent être entreprises sous une forme et avec des soins spéciaux, sur lesquels nous ne saurions nous étendre ici.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelles recherches sur le tube de Crookes.* Note (1) de M. A. **Dauvillier**, présentée par M. M. de Broglie.

I. *Disparition du gaz.* — M. Gouy (2) a découvert en 1896 que si l'on chauffait la paroi d'un tube de Crookes ayant fonctionné, il y apparaissait de nombreuses bulles gazeuses. Campbell-Swinton (3) reprenant ces expériences, avec des tubes sans électrodes et des éprouvettes appropriées, montra que cette évolution gazeuse était confinée, en surface et en profondeur, au volume vitreux irradié par les rayons cathodiques primaires ou diffusés. Ces savants aboutirent à cette conclusion que ce gaz était celui disparu durant la décharge et que cet effet était la cause de la fatigue de la fluorescence.

Le mécanisme de cette absorption demeurait cependant obscur et la pénétration observée le rendait peu vraisemblable. Soddy et Mackenzie (4) montrèrent que des gaz rares absorbés pendant le fonctionnement ne se

(1) Séance du 12 octobre 1925.

(2) *Comptes rendus*, **122**, 1896, p. 775.

(3) *Roy. Soc. Proc.*, **79**, 1907, p. 134, et **81**, novembre 1908, p. 453.

(4) *Roy. Soc. Proc.*, **80**, novembre 1907, p. 92, et *Journ. Röntg. Soc.*, **4**, 1908, p. 46.

retrouvaient pas dans le verre. Pohl (¹) réussit à faire apparaître des bulles semblables en faisant pénétrer du sodium, par électrolyse à chaud, au voisinage de la surface. Ces auteurs admirent que les bulles étaient dues à la décomposition thermique de carbonates et de sulfates présents dans le verre sous l'influence des rayons cathodiques. Campbell-Swinton (²) montra cependant que l'effet persistait lorsqu'on évitait tout échauffement de la paroi et qu'un gaz rare disparu pouvait s'y retrouver.

Il nous a semblé qu'une expérience très simple serait susceptible d'éclaircir cette question : elle consiste à irradier dans un vide très élevé, par des rayons cathodiques homogènes, des éprouvettes de différents verres, en évitant toute lueur bleue (lumière négative) et toute décharge ionique. Nous avons utilisé à cet effet un appareillage déjà décrit (³). Les éprouvettes furent découpées dans les cols post-cathodiques de tubes en verre alcalin ayant présenté l'effet. La fluorescence verte (due à la présence de manganèse) disparaissait après une demi-heure d'irradiation, puis le verre se colorait en brun violacé. L'effet, d'abord faible après la fatigue, devenait d'autant plus marqué que la coloration était plus accentuée.

Des lamelles de microscope ne présentant aucune fluorescence visible montrèrent la même coloration et le même effet. Ces colorations sont internes : elles sont insensibles à l'action de l'eau régale. Elles disparaissent facilement par chauffage sans thermoluminescence (à l'inverse du quartz) en faisant place aux bulles. La fusion *in situ* (par les rayons cathodiques) du verre coloré fait apparaître quelques bulles qui se dégagent aussitôt.

D'après une hypothèse antérieure (⁴) la coloration est due à la mise en liberté d'atomes alcalins par destruction des ions négatifs et passage de l'électron libéré par un ion positif voisin. L'évolution gazeuse qui résulte du chauffage provient de la décomposition du verre par l'élément alcalin. Elle est donc indépendante de l'absorption du gaz et de la fluorescence (⁵).

(¹) *Deut. Phys. Ges. Ver.*, 11, 1909, p. 155.

(²) *Journ. Röntg. Soc.*, 3, 1907, p. 124, et 5, 1909, p. 59.

(³) *La Technique des Rayons X*, p. 86, fig. 40. L'appareil est construit en pyrex. La pompe à condensation à deux étages admet un vide primaire de plusieurs centaines de baryes qui fut réduit à une barye. Les éprouvettes fixées sur l'anticathode étaient irradiées sous 30 KV avec une densité de 0,1 mA/cm². Le foyer rectangulaire avait $0^{cm^2},5$. Les filaments de tungstène étaient thoriés ou barytés pour mieux observer la fluorescence des verres.

(⁴) *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 627 et 717.

(⁵) Cette évolution de bulles gazeuses présentée par les verres alcalins rend souvent impossible la réparation des tubes à rayons X à gaz. On peut remédier aisément à cet

Il est néanmoins possible que la *surface* du verre sur laquelle il y a aussi mise en liberté d'éléments électropositifs joue un rôle appréciable dans l'absorption du gaz, par fixation chimique de celui-ci. Cependant la majeure partie du gaz disparu provient, à notre avis, de la polymérisation qui s'effectue dans la lumière négative.

II. *L'espace obscur de Crookes.* — On sait qu'il est possible de produire dans un tube de Crookes un espace obscur secondaire au voisinage d'une électrode isolée ou de la paroi en les portant à un potentiel négatif par rapport à celui de la lumière négative. Cette charge peut, par exemple, s'effectuer par impact d'un faisceau cathodique dévié magnétiquement. *Certains points* d'une surface de verre ainsi bombardée deviennent la source de nouveaux faisceaux cathodiques lents et déliés, ce phénomène étant identique à celui que l'on observe dans les vides les plus élevés. Or, nous avons réussi à faire apparaître un afflux positif dans un tel espace obscur secondaire, en opérant dans le néon où l'afflux est particulièrement brillant. Cet afflux était trop lent pour donner naissance à un faisceau cathodique, mais il paraît être la *cause* générale des espaces obscurs, en accord avec une théorie précédemment esquissée (1). D'après celle-ci, cette région serait caractérisée par une raréfaction locale du gaz. Supposons, en effet, que la pression soit uniforme dans la lumière négative et que celle-ci soit la source de l'afflux. Elle peut être considérée comme une anode gazeuse émettant vers la cathode un grand nombre d'ions positifs. La charge spatiale positive ainsi créée entre les deux électrodes aura pour effet de repousser dans la lumière négative le surplus des ions positifs lents émis par celle-ci, et cette contre-pression donnera naissance à un équilibre d'où résulte précisément le bord cathodique net de cette lueur (2). L'existence de l'espace obscur doit donc être indépendante de celle d'un faisceau cathodique (3). L'étude de l'absorption éprouvée par un faisceau transversal de rayons X nous permettra la mesure de la densité du gaz.

---

inconvénient en encapuchonnant l'anticathode de manière à éviter le bombardement électronique de l'hémisphère actif.

(1) *La Technique des rayons X*, p. 14.

(2) Ce mécanisme serait analogue à celui qui a lieu au voisinage d'une cathode incandescente lorsque la charge électronique spatiale y fait retourner le surplus d'électrons lents émis.

(3) Il résulte de cette conception la possibilité de créer une *triode à gaz* en modulant au moyen d'une grille — placée dans l'espace obscur, au voisinage du bord de la lumière négative, et chargée à un potentiel variable par rapport à celle-ci — le courant d'ions constituant l'afflux et, par suite, l'intensité du faisceau cathodique principal.

OPTIQUE. — *Sur un nouveau procédé de distinction entre les perles fines et les perles cultivées.* Note (¹) de MM. C. **Chilowsky** et F. **Perrin**, présentée par M. J. Perrin.

Des procédés utilisés jusqu'ici pour distinguer les perles fines des perles cultivées à partir d'un noyau de nacre, les uns sont très laborieux, et les autres, insuffisamment sûrs, ne donnent que rarement la certitude qu'une perle est fine. Nous nous sommes proposé de faire la distinction en utilisant le trou percé dans la perle (canal), pour un examen optique direct de la matière voisine de son centre.

La structure d'une perle fine diffère de celle de la nacre ordinaire par la forme des couches, qui sont sphériques et concentriques, au lieu d'être approximativement planes. Mais dans les deux cas la lumière se propage facilement en suivant les couches cristallines, tandis qu'elle passe difficilement d'une couche à une autre : Si une couche est éclairée en un point elle s'illumine tout entière, les couches voisines restant sensiblement obscures. Il en résulte que si l'on éclaire fortement en un point la paroi du canal d'une perle fine, la lumière, suivant une couche sphérique, reviendra éclairer le point du canal symétrique par rapport au centre. Ce phénomène se produira jusqu'au voisinage immédiat du centre, où il sera même le plus marqué par suite du faible trajet qu'effectue alors la lumière.

Au contraire dans une perle cultivée, la lumière suivra une couche plane du noyau, et viendra marquer une strie lumineuse visible de l'extérieur sur la mince couche perlière qui l'entoure.

Dans l'appareil que nous avons réalisé pour appliquer ce principe, et auquel on peut donner le nom d'*endoscope*, l'éclairage d'un point du canal est obtenu en enfilant la perle sur un tube minuscule dans lequel arrive un faisceau lumineux intense qui vient se réfléchir sur un petit miroir à 45° en face duquel un trou est percé dans la paroi du tube. Pour observer d'autre part le retour de la lumière, un deuxième miroir également à 45°, mais en sens inverse, est fixé à l'extrémité du tube à environ un demi-millimètre du trou éclairant, et l'on regarde ce deuxième miroir au moyen d'un microscope.

Le tube porte-miroirs est introduit par un des bouts du canal, et l'observation se fait par l'autre bout pendant qu'on déplace la perle le long

(¹) Séance du 26 octobre 1925.

du tube. Dans ces conditions, on voit un maximum de lumière très vif au moment où les deux miroirs se trouvent à égale distance du centre de la perle, car alors et alors seulement, le miroir d'observation se trouve en face de l'endroit du canal où revient la lumière (*fig.* 1).

Ce maximum indique avec certitude que les couches sont sphériques jusqu'à quelques dixièmes de millimètre du centre, et que par suite la perle est fine.

Dans le cas d'une perle cultivée (*fig.* 2) on n'observe au contraire aucun maximum de lumière; l'éclat reste constant tant que les deux miroirs se déplacent dans le noyau de nacre. D'autre part on peut observer directement, lorsque le deuxième miroir se trouve en face, la couche de passage

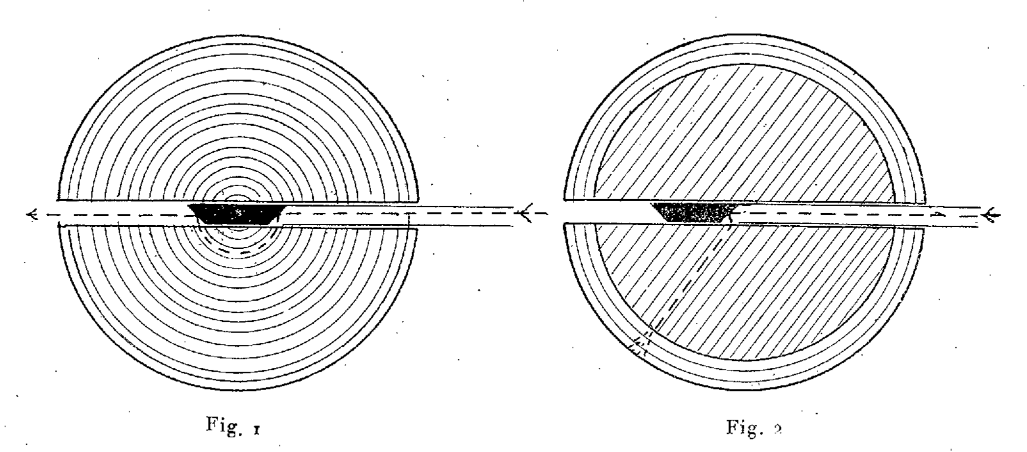


Fig. 1 Fig. 2

qui entoure le noyau de nacre, et mesurer ainsi exactement l'épaisseur de la couche perlière.

L'examen extérieur de la perle, éclairée par l'intérieur, donne enfin un autre critérium de distinction : la perle fine apparaît uniformément brillante, tandis que des stries se marquent sur la perle japonaise.

En résumé on obtient donc : pour une perle fine, un maximum de luminosité au voisinage du centre par observation axiale, et l'absence de stries par observation extérieure; et pour une perle cultivée, l'absence de maximum par observation axiale, et la présence de stries nettes par observation extérieure.

Le procédé donnant ainsi deux critériums, l'un positif, l'autre négatif, tant pour la perle fine que pour la perle cultivée, la sécurité de distinction est absolue.

ÉLECTROCHIMIE. — *Réaction secondaire dans la décharge des accumulateurs au plomb.* Note de MM. C. **Féry** et C. **Chéneveau**, présentée par M. Paul Janet.

L'un de nous a présenté une nouvelle théorie expliquant le fonctionnement de l'accumulateur au plomb [1]; cette théorie, contrôlée par des analyses chimiques des produits actifs contenus dans les plaques, conduit à la réaction réversible :

$$Pb^2 + SO^4H^2 + Pb^2O^5 \rightleftharpoons Pb^2SO^4 + H^2O + 2\,PbO^2. \qquad (1)$$

Il nous a semblé intéressant de vérifier cette réaction par la mesure des variations du poids des plaques tant à la charge qu'à la décharge.

Pour cela, deux éléments d'essai ont été montés : l'un formé d'une plaque positive, supportée par le fléau d'une balance hydrostatique, et de deux plaques négatives fixes, et l'autre, de disposition inverse, ayant une négative suspendue à la balance et deux positives fixes. Par ce dispositif, on est assuré que la décharge est bien limitée par la plaque centrale soumise à la pesée et contenant un poids de matière active sensiblement moitié de celui des plaques fixes.

De plus, pour éliminer les variations de poussée du liquide électrolytique, dont la densité varie avec le débit, le volume du liquide a été pris assez grand pour que ces variations soient négligeables.

Voici les données numériques concernant ces éléments d'essai, et les résultats qu'ils ont fournis :

Poids de la matière active : positive, 105^g; négative, 99^g.

Décharge en ampères-heures à 1 amp.	Variation de poids		Variation pour 100					
					Théorie			
			expérimentale.		double sulfatation.		Féry.	
	positive.	négative.	+	−	+	−	+	−
8....	$5^g,4$	$10^g,1$	5,2	10,2	26,8	46,4	−3,2	23,2
9....	$5^g,9$	11^g	5,6	11,9	»	»	»	»

On peut remarquer tout d'abord que ces résultats sont tout à fait en

(1) C. Féry, *Recherches sur le fonctionnement chimique de l'accumulateur au plomb* (*Bull. Soc. Chim. France*, 25, 1919, p. 223; *Bull. Soc. Franç. Électric.*, 3e série, n° 77, 1919, p. 83).

désaccord avec ceux calculés par la théorie de la double sulfatation reposant sur la réaction réversible :

(2) $$Pb + 2SO^4H^2 + PbO^2 \rightleftharpoons PbSO^4 + 2H^2O + PbSO^4.$$

Cette théorie conduirait à un gain de 46,4 pour 100 pour la négative, après décharge, et de 26,9 pour 100 pour la positive.

Bien que plus voisins de la nouvelle théorie, les résultats expérimentaux s'en écartent assez pour que nous ayons pensé qu'une réaction secondaire puisse prendre naissance. Cette théorie nouvelle conduit en effet à un *gain* de 23,2 pour 100 pour la négative, après décharge, et à une *perte* de 3,2 pour 100 pour la positive qui passe de Pb^2O^5 à $2PbO^2$ en perdant O ; or, l'expérience donne un *gain* de 11,9 pour 100 seulement pour la négative, et un *gain* de 5,6 pour 100 pour la positive, dans le cas d'une décharge de 9 ampères-heures.

L'explication de ces divergences est la suivante : on a supposé jusqu'ici, aussi bien dans la théorie de la double sulfatation que dans la nouvelle, que l'électrolyte est une solution d'acide sulfurique, ne pouvant céder que de l'hydrogène à la positive. En réalité, le liquide des accumulateurs peut être considéré comme une solution saturée de sulfate de plomb dans l'eau acidulée [1].

La réaction (1) peut donc ne pas être la seule à se produire et, si le sulfate de plomb dissous s'électrolyse pendant la décharge, l'ion Pb en se portant sur le peroxyde Pb^2O^5 donnera naissance à la réduction de ce corps ; mais la litharge ainsi produite se sulfatera de suite. La réaction suivante se fera donc à la positive :

(3) $$Pb + Pb^2O^5 + SO^4H^2 = 2PbO^2 + SO^4Pb + H^2O.$$

Cette réduction par du plomb se traduit par un accroissement du poids de la plaque positive, tandis que la réduction par l'hydrogène conduit à une diminution de poids par perte d'oxygène : nous sommes donc en présence d'un résultat expérimental différentiel.

Remarquons en outre que le gain de la plaque positive est produit par du plomb amené de la négative par l'électrolyse ; cette dernière éprouve aussi une variation de poids qui est la différence entre le gain dû à la fixation de

---

[1] M. P. Bary a indiqué, dès 1904, que la présence de SO^4Pb dissous était nécessaire au fonctionnement de l'accumulateur (*Bull. Soc. Franc. Électric.*, 3e série, n° 79, 1919, p. 304).

SO^4 et la perte provenant de la dissolution du métal de la négative qui joue le rôle d'anode pendant la décharge.

Ajoutons enfin que, sur 11g de plomb par ampère-heure, 7g,72 fournissent le courant, le dixième subit une action locale de transformation en SO^4Pb, et le reste est inattaqué.

Toutes ces considérations expliquent le désaccord apparent de l'expérience avec la formule (1) qui, complétée par la réaction secondaire (3) à la positive et l'action locale à la négative, devient tout à fait exacte; elles montrent que la théorie de la double sulfatation est, définitivement, à rejeter.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Méthodes permettant d'étudier les effets chimiques de l'étincelle électrique sur les gaz à basse pression.* Note de M. **Pierre Jolibois**, présentée par M. H. Le Chatelier.

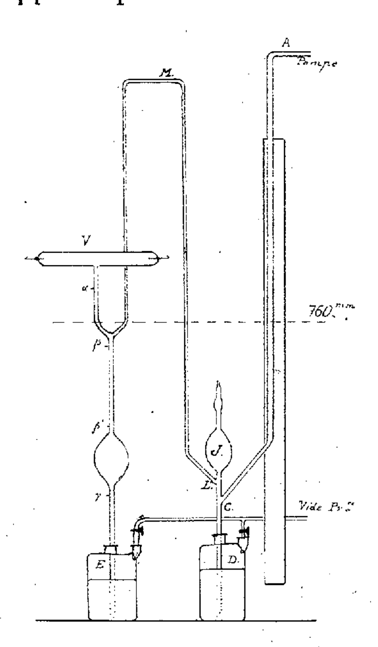
Nous avons pensé que, sous pression réduite, l'action chimique si complexe de l'étincelle électrique serait plus simple à étudier expérimentalement que dans les conditions de pression habituellement réalisées. Les phénomènes électriques corrélatifs de la décharge sont mieux connus à basse pression et susceptibles de mesures simples. D'autre part l'énergie mise en jeu est concentrée sur une quantité d'autant moins grande de matière que le gaz est plus raréfié.

Nous avons étudié une technique qui permet, en même temps que la mesure de l'énergie électrique dépensée, l'étude des variations chimiques subies par un système gazeux homogène.

Nous faisons passer, dans un tube-laboratoire V, un courant continu fournissant une énergie exactement égale au produit EI, de l'intensité I donné par un milliampèremètre, par le voltage E mesuré au moyen d'un voltmètre électrostatique. Dans une autre série d'expériences, l'effet électrique était dû à la décharge d'un condensateur de capacité C. La mesure du voltage aux bornes du tube, avant et après l'étincelle, donnait l'énergie empruntée au condensateur : $W = \frac{1}{2} C(V_i^2 - V_R^2)$.

La mesure de l'effet chimique produit par le passage de l'étincelle dans le tube V peut, pour certaines réactions, se déduire des variations de pression. C'est le cas, lorsque le système chimique étudié se transforme avec changement de volume. Pour étudier ce genre de réactions nous avons employé l'appareil figuré ci-contre. Le courant électrique produit passe dans

un tube à électrodes V relié à une jauge J dont le tube de mesure de niveau CA permet également la vidange et le remplissage de l'appareil. Un système de robinets et de flacons remplis de mercure permet de dépasser les courbures L, C et β par le jeu d'un vide auxiliaire. Il en résulte que le tube V peut être isolé, ou bien mis en communication avec la jauge de Mac Léod séparée elle-même de l'appareil producteur de vide relié à A.



Soit u le volume du tube V jusqu'au repère α, H le volume de la jauge, du tube-laboratoire et de la canalisation M. Si le gaz contenu dans V sous une pression p_1 se détend dans l'espace H, sa pression devient $p'_1 = p_1 \cdot \frac{u}{H}$; $\frac{u}{H}$ est une constante de l'appareil. La pression initiale étant p_0, la mesure de p'_1 donnant immédiatement p_1, la comparaison de p_1 avec p_0 permet le calcul de l'action chimique subie par le gaz. Le montage décrit et l'expérience ainsi exécutée sont exempts d'erreurs dues à des espaces nuisibles non atteints par l'étincelle.

Nous avons également réalisé deux autres dispositifs pour vérifier les résultats obtenus par l'appareil décrit précédemment.

1. Si l'on fait éclater l'étincelle dans un récipient d'une dizaine de litres rempli du gaz à étudier, on peut, au moyen d'une pompe, recueillir les gaz et les analyser par voie chimique; ce procédé a l'inconvénient d'être lent et de nécessiter un espace nuisible de l'ordre de 1 pour 100.

2. Nous avons également fait usage d'un dispositif surtout applicable aux substances liquides à la température ambiante.

Les vapeurs distillent sous pression réduite à travers le tube à décharge. L'expérience terminée, on condense le liquide à une température à laquelle la tension de vapeur est négligeable et l'on mesure la pression des gaz non condensables produits par la décharge; connaissant le volume total de l'appareil, on en déduit la masse totale des gaz produits pendant l'expérience.

Nous avons appliqué ces techniques nouvelles à l'étude de la décomposition du gaz carbonique et de l'eau, et nous avons déjà obtenu des résultats qui nous semblent intéressants.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de grande sensibilité, pour la recherche, la séparation et le dosage du bismuth.* Note (¹) de MM. **A. Girard** et **E. Fourneau**, présentée par M. Roux.

L'un de nous, en collaboration avec M. Levaditi, a fait connaître des résultats de recherches analytiques ayant pour but d'éclairer le mécanisme de l'action spirillicide du bismuth (²).

La méthode de caractérisation et de dosage utilisée dans ces recherches et qui fait l'objet de la présente Note, permet d'isoler le bismuth de dilutions au milliardième et de caractériser le quart de microgramme.

On connaît la propriété que possède l'iodure de bismuth de donner avec les alcaloïdes naturels des complexes insolubles, fortement colorés en rouge. Si, au lieu de s'adresser à des alcaloïdes naturels qui doivent leur basicité à des atomes d'azote intranucléaires, on met en œuvre des bases de synthèse possédant un atome d'azote aminé convenablement substitué, les complexes iodobismuthiques obtenus possèdent une remarquable solubilité dans certains solvants organiques. C'est cette dernière propriété que nous mettons à profit pour effectuer la séparation du bismuth.

Nous avons préparé et étudié à cet égard les bases suivantes : tricétylamine, dicétylamine, diéthylcétylamine, hydrate de tétracétylammonium, éther monopalmitique du diisoamylaminopropanediol, éther palmitique du diisoamylaminoéthanol, éther palmitique du diéthylaminométhyl-tétradécylcarbinol, para-butyloxybenzhydrylamino, etc.

(¹) Séance du 26 octobre 1925.
(²) *Comptes rendus*, t. 180, 1925, p. 402.

De toutes ces bases, la plus intéressante au point de vue qui nous concerne, est l'hydrate de tétracétylammonium. Son iodobismuthate $(C^{16}H^{33})^4NO.BiI^3$ est, de tous, le plus fortement coloré; il est très soluble dans le benzène.

Si l'on agite un très petit volume d'une solution benzénique d'hydrate de cétylammonium avec une liqueur aqueuse même très diluée, renfermant une trace de bismuth et préalablement additionnée d'iodure de potassium, le complexe rouge se forme au contact des deux liquides, passe en solution dans le benzène qui vient surnager la liqueur aqueuse en se colorant fortement.

L'extraction, après un seul épuisement et une agitation d'une minute, est pratiquement totale. Si l'on effectue cette manipulation dans un tube, la couche benzénique peut être immédiatement comparée à une série de tubes témoins; sinon on peut la décanter avec soin, l'examiner dans un colorimètre ordinaire, soit encore dans un tube très étroit fermé par deux lames à faces parallèles pour rendre plus manifeste sa coloration. On peut également la concentrer, l'évaporer et examiner le résidu coloré au microscope.

Les matières organiques seront, dans tous les cas, détruites préalablement par un traitement aux acides sulfurique et nitrique, et le résidu évaporé à sec sera repris par une solution iodurée à 3 pour 100 dont nous donnons ci-après la formule.

La présence de sels ferriques, en mettant en liberté de l'iode qui colore la liqueur benzénique en brun, troublerait profondément la réaction si l'on ne prenait pas soin d'en annuler l'effet par addition d'un réactif renfermant par litre 200^g de formiate de soude, 30^g d'iodure de potassium, 5^g de sulfite de soude cristallisé et 5^{cm^3} d'acide formique.

L'expérience nous a montré que l'emploi d'une telle solution permet de doser sans inconvénient le bismuth en présence d'un très grand excès de sels de fer; elle paraît agir par son action réductrice, les sels ferriques ne donnant plus en sa présence la réaction caractéristique des sulfocyanates.

La description du mode opératoire, la préparation de l'hydrate de tétracétylammonium, corps non encore décrit, ainsi que la purification minutieuse des réactifs, seront publiées ailleurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des huiles d'animaux marins, Squalène et Spinacène.* Note (1) de MM. **Emile André** et **Henri Canal**, présentée par M. Charles Moureu.

En 1906, le chimiste japonais Tsujimoto signala dans un Mémoire publié en japonais (2) que certaines huiles de foies de squales des mers d'Extrême-Orient contiennent une proportion élevée de carbures d'hydrogène; en 1916, il annonça dans un périodique américain (3) qu'il avait retiré du foie de deux petits squales, l'*Ai-zamé*, espèce de *Centrophore* encore indéterminée, et l'*Heratsuno-zamé*, *Deania eglantina*, un carbure d'hydrogène fortement non saturé qu'il appela squalène. Ce nouveau composé fut caractérisé comme un carbure hexaéthylénique, fournissant avec les acides chlorhydrique et bromhydrique un hexachlorhydrate et un hexabromhydrate bien cristallisés, dont les propriétés et la composition correspondraient aux formules : $C^{30}H^{50}$, 6HCl et $C^{30}H^{50}$, 6HBr.

Presque en même temps, en 1917, Chapman (4) étudiait en Angleterre une huile de foie de squale du commerce de provenance portugaise contenant, elle aussi, un carbure d'hydrogène fortement non saturé, qu'il appela spinacène et auquel il attribua d'abord la formule $C^{30}H^{50}$, mais l'étude qu'il fit par la suite de certains de ses dérivés lui fit adopter la formule $C^{29}H^{48}$.

Tout dernièrement enfin, en 1924, Marcelet (5) a signalé que certaines huiles de squales, provenant des croisières du Prince de Monaco, contiennent aussi un carbure d'hydrogène qu'il considère comme identique au squalène de Tsujimoto.

La lecture attentive des publications de Tsujimoto et de Chapman porte à penser, soit que le squalène et le spinacène ne sont qu'un seul et même composé, soit encore que ces auteurs ont pris pour une espèce chimique définie un mélange de composés très voisins les uns des autres.

Les points de fusion qu'ils ont donnés pour les chlorhydrates de spinacène et de squalène sont assez peu précis. D'après Tsujimoto le chlorhydrate de squalène recristallisé dans l'acétone fond entre 112 et 125°, Marcelet indique, pour un produit brut simplement lavé à l'éther, 110°, et Chapman, pour un chlorhydrate recristallisé plusieurs fois dans le benzène, 120-126°. La teneur en chlore oscille suivant les auteurs entre 34,49 et 33,53 pour 100, fournissant pour le carbure initial les formules : $C^{29}H^{48}$ et $C^{30}H^{50}$.

---

(1) Séance du 26 octobre 1925.

(2) *Kôgyô-Kwagaku Zasshi* (*J. Chem. Ind. Tokio,* **9**, 1906, p. 953).

(3) *Journ. Ind. Engin. Chem.*, **8**, 1916, p. 890; **12**, 1920, p. 64.

(4) *Journ. Chem. Soc. London*, **111**, 1917, p. 56; **113**, 1918, p. 458.

(5) *Campagnes scientifiques du Prince Albert Ier de Monaco*, fasc. 58, 1924.

Nous avons pu nous procurer deux huiles de foies de squales riches en carbures d'hydrogène : l'une, celle du *Scymnus licha*, provenait partie du Portugal et partie de notre port de pêche de Saint-Jean-de-Luz ; l'autre était une huile de foie de pèlerin, *Cetorhinus maximus*.

Tsujimoto a déjà étudié l'huile de foie de pèlerin et y a trouvé du squalène. D'autre part Chapman indique que l'huile de foie de *Scymnus licha* est une de celles dont il a retiré le spinacène. L'occasion nous était donc offerte de vérifier l'identité ou la différence des deux carbures.

Nous donnerons dans un autre Recueil les principaux caractères des deux huiles, et nous décrirons en détail la méthode qui nous a servi à extraire les carbures d'hydrogène qu'ils contenaient.

L'huile de *Cetorhinus maximus* a fourni un carbure fortement non saturé, facile à transformer en un chlorhydrate bien cristallisé. Par une série de cristallisations fractionnées dans l'acétone nous avons réussi à le scinder en deux produits différents : l'un, fondant à 107-108°, contenait 35,32 pour 100 de chlore, ce qui conduirait à lui attribuer la formule $C^{28}H^{46}$,6HCl; l'autre, beaucoup moins soluble dans l'acétone, fondait à 144-145° et sa teneur en chlore était de 33,90 pour 100, ce qui lui ferait attribuer la formule $C^{30}H^{50}$, 6HCl.

Si nos recherches avaient été limitées à l'étude de cette seule huile, nous n'aurions pas hésité à affirmer qu'il existe un carbure de formule $C^{28}H^{46}$, et notre intention fut même de l'appeler cétorhinène.

L'étude de l'huile de *Scymnus licha* nous a obligé à plus de réserve. Nous en avons retiré un carbure qui a été étudié par la même méthode. Son chlorhydrate s'est dédoublé, lui aussi, en deux composés : l'un fondant à 107-108°, très soluble dans l'acétone bouillante, l'autre fondant à 143-145°, fort peu soluble dans ce dissolvant. Le premier contenait 33,92 pour 100 de chlore et le second 33,16 pour 100, de telle sorte que l'on devrait leur attribuer respectivement les formules $C^{30}H^{50}$, 6HCl et $C^{31}H^{52}$, 6HCl.

Nos recherches, limitées à cette seule huile, nous auraient, cette fois encore, amené à affirmer l'existence d'un nouveau carbure de formule $C^{31}H^{52}$, le scymnène.

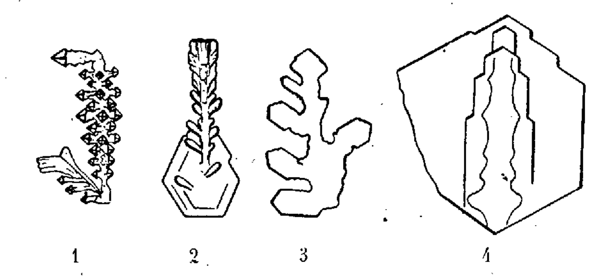
Les résultats comparés de l'une et l'autre étude nous ont gardés des conclusions trop hâtives. Les faits qui restent acquis sont que les deux chlorhydrates de spinacène et de squalène peuvent être dédoublés en deux constituants, dont la solubilité, le point de fusion et la teneur en chlore sont

différents. Le composé fondant le plus bas est le plus soluble dans l'acétone et le plus riche en chlore. Nous avons constaté avec surprise que les deux chlorhydrates de spinacène et de squalène qui fondent à 107-108°, peuvent être mélangés sans que leur point de fusion s'abaisse, bien que leurs compositions chimiques ne soient pas identiques. Il n'en est pas de même cependant des deux composés qui fondent à 143-145°; le point de fusion de leur mélange est seulement de 139-140°.

Nous estimons pouvoir conclure de ces faits que le spinacène et le squalène ne sont pas des espèces chimiques définies. Leur étude nécessite de nouvelles recherches, qui s'annoncent longues et difficiles, comme le furent celles qui ont permis, au cours de plus d'un siècle, d'étendre peu à peu nos connaissances sur les acides gras.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la cristobalite.* Note de M. **Louis Longchambon**, présentée par M. Fred Wallerant.

I. La cristobalite, maintenue entre 870 et 1470° dans le solvant qui lui a permis de cristalliser, se dissout peu à peu, le solvant s'appauvrissant en silice par suite de la cristallisation de la forme stable, la tridymite. En suivant cette deuxième phase de la cristallisation au moyen de nombreux prélèvements successifs examinés au microscope, j'ai observé une orientation des cristaux naissants de tridymite sur la cristobalite en voie de dissolution. Les figures ci-dessous, dessinées à la chambre claire, montrent, en



1 un cristal normal de cristobalite avec les macles caractéristiques; en 2 un cristal de même forme générale, mais dont les arêtes sont émoussées par la dissolution et qui est transformé, dans sa partie inférieure, en tridymite ayant mêmes directions d'extinction; en 3 et 4 des accolements maclés montrant encore les squelettes de cristobalite.

Les molécules de la cristobalite paraissent pouvoir s'arranger suivant le

réseau de la tridymite non pas subitement comme dans le polymorphisme direct, mais d'une façon continue sans cependant passer en dissolution, comme si l'attraction du nouveau réseau amorcé en un point et orienté sur la cristobalite les enlevaient une à une de leur position d'équilibre devenue instable. On a donc là, par suite d'une parenté cristallographique entre les deux formes, un cas de polymorphisme indirect orienté, intermédiaire entre les deux modes classiques de polymorphisme.

La quasi-identité des deux réseaux doit se traduire par des densités analogues : j'ai indiqué 2,27 pour la tridymite et 2,34 pour la cristobalite; mais l'accord est beaucoup plus satisfaisant si l'on compare les densités à la température où se fait l'accolement. Il suffit de corriger les densités à froid en tenant compte des dilatations linéaires qui sont de 1,05 pour 100 pour la tridymite et de 1,76 pour 100 pour la cristobalite entre 0 et 1000°. Les densités à 1000° deviennent alors 2,20 et 2,22.

II. Dans ma dernière Note (¹), j'indiquais, à la suite de Fenner, que le quartz dans les solvants habituels, entre 870 et 1470°, donne immédiatement de la tridymite sans passer par la forme instable. J'avais moi-même obtenu ce résultat dans plusieurs essais; j'ai constaté depuis que la non-apparition de la cristobalite provenait des conditions particulières à ces essais. Afin de définir exactement le mode opératoire, j'opérais toujours sur des poudres de quartz triées au tamis et exemptes de grains impalpables : dans ces conditions la dissolution est lente et la cristobalite peut ne pas apparaître, la tridymite ayant le temps de cristalliser. Au contraire la cristobalite apparaît toujours si l'on opère avec du quartz pulvérisé et non tamisé, la dissolution rapide des grains impalpables amenant le solvant à sursaturation.

III. M. Weil, en examinant des cristaux naturels, a constaté que la transformation de la cristobalite vers 200° se fait à température constante pour chaque cristal ou partie de cristal (²). Mais il s'agit là de cristaux non homogènes et dont nous ne connaissons pas la pureté. J'avais moi-même, et en utilisant comme Mallard le microscope polarisant, observé avec soin ce point de transformation sur la cristobalite de synthèse en cristaux parfaitement homogènes et obtenus dans des conditions bien définies. J'ai indiqué que cette transformation est sujette à des retards fortuits; si l'on observe par exemple une dizaine de cristaux dans le champ du microscope, et si l'on

(¹) L. Longchambon, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1855.
(²) Weil, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1949.

note l'ordre des transformations, on constate qu'au refroidissement cet ordre est totalement changé, et qu'il change encore à chaque nouvelle transformation. Mes observations s'écartent donc de celles de M. Weil; elles ne confirment pas cependant d'une façon nette les conclusions de Fenner; celui-ci notait seulement la température moyenne de transformation d'un lot de cristaux et avait observé une variation de cette température moyenne en fonction de la température la plus élevée à laquelle la cristobalite avait été portée. Or cette variation systématique est nettement inférieure aux écarts que présentent les transformations des cristaux d'un même lot ayant subi un traitement thermique homogène; ces écarts vont en effet de 17° à plus de 25°, et cela aussi bien pour des cristaux obtenus à 500° qu'à 1600°. Ce point mérite d'être repris, car l'on sait que le retard à la transformation de la cristobalite est l'un des meilleurs arguments de la théorie de l'allotropie de Smits.

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension et les affinités des faunes fossiles de l'Indo-Chine.* Note [1] de M. **Fromaget**, présentée par M. Ch. Depéret.

Dans une précédente Note, j'ai indiqué la succession stratigraphique des divers étages primaires, secondaires et tertiaires du centre de l'Indo-Chine.

Je résumerai maintenant la distribution géographique de ces faunes et leurs affinités avec diverses régions de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique.

Le Silurien paraît avoir recouvert toute la partie centrale du Laos et de la Chaîne annamitique. La présence de *Dalmanites cf. socialis* Barr., représenté par un jeune individu que sa conservation médiocre empêche d'identifier parfaitement avec l'espèce de Bohême, souligne la prodigieuse extension de la faune du Silurien inférieur de l'Europe centrale.

Comme au Silurien, les faciès du Dévonien inférieur et moyen sont les mêmes en Annam et au Laos. La faune, tout comme celle du Yunnan, présente de remarquables affinités avec celle du Dévonien rhénan et s'éloigne considérablement de celle du Dévonien tonkinois à affinités américaines. La partie supérieure du système, gréseux en Annam, calcaréo-schisteux au Laos, semblerait indiquer l'existence d'un bombement sur l'emplacement de la Chaîne annamitique et d'une partie de l'Annam.

---

[1] Séance du 26 octobre 1925.

Le Tournaisien présente les caractères d'un dépôt transgressif; ses conglomérats schisteux de base ont dû recouvrir toute l'Indo-Chine centrale. Les sédiments viséens sont surtout localisés de chaque côté de la Chaîne annamitique : leurs faciès sont aussi différents que leurs faunes. Le niveau à *Productus giganteus*, bien connu depuis l'Europe occidentale jusqu'au Turkestan, a été trouvé pour la première fois en Indo-Chine, je l'ai suivi sur plus de 160^{km} à la bordure occidentale de la Chaîne annamitique.

Au Moscovien j'attribue une série de grès, avec mauvaises empreintes de végétaux, passant latéralement à l'Est et au Nord-Est à des poudingues argileux, qui représentent sans doute une ligne de rivage. Ces grès, que nous n'avons pas retrouvés en Annam, sont disposés au Laos de la même façon que les dépôts viséens sur lesquels ils transgressent vers l'Ouest et le Sud-Ouest. Leur position entre les sédiments non plissés du Viséen et de l'Ouralien semble fixer sur leur âge.

Avec l'Ouralien, la mer recouvrit à nouveau presque toute l'Indochine du Centre. La faible étendue occupée par les grès supposés moscoviens contraste avec l'immense extension des Calcaires à *Productus* et m'oblige à considérer cette formation comme transgressive malgré l'absence de poudingues à sa base. La similitude des faunes du Viséen du Laos et de l'Europe, se remarque encore dans l'Ouralo-Permien, caractérisé, depuis les Alpes Carniques jusqu'au Japon, par une proportion d'espèces identiques considérable, dont beaucoup ont subsisté pendant toute la durée de l'Anthracolithique. Après les dépôts des calcaires à *Sumatrina Annae* Volz, c'est-à-dire après le Permien supérieur, une émersion du Centre de l'Indochine qui apparaît comme totale se produisit. Une érosion intense sépare en effet le Permien des poudingues triasiques, qui sont transgressifs sur toutes les formations antérieures. Au Laos, dans la Chaîne annamitique et à sa bordure orientale, les dépôts secondaires sont partout détritiques. Leur partie supérieure, imprégnée de sel, est une formation lagunaire.

Les derniers dépôts sédimentaires connus, attribués en Mio-pliocène à cause de leur flore, se sont sans doute déposés dans quelques lacs alignés suivant une ancienne fracture à la bordure orientale de la Chaîne annamitique.

BOTANIQUE. — *Sur la cytologie des Mousses.*
Note ([1]) de M. **Jean Motte**, transmise par M. Flahault.

La cellule des Muscinées a été jusqu'à présent peu étudiée, sans doute en raison de sa petite taille; nous nous sommes proposé de l'examiner sous ses différents aspects. Nous publions ici quelques résultats obtenus par l'examen vital de l'appareil végétatif et de l'appareil reproducteur mâle des espèces suivantes : *Rhynchostegium megapolitanum* Br. Eur.; *Hypnum fluitans* L.; *Mnium punctatum* L.; *Funaria hygrometrica* Hedw.

1. *Chloroplastes.* — Ils existent déjà dans la spore (*R. Megapolitanum*) bien avant sa mise en liberté. Ils se retrouvent, sous une forme très réduite, mais néanmoins chargés de chlorophylle dans la cellule génératrice apicale ([2]) (*H. fluitans*, *M. punctatum*). Ils passent sous cette forme dans les jeunes feuilles où ils s'accroissent et se chargent d'amidon (*R. megapolitanum*, *M. punctatum*). Ils existent dans les paraphyses dès le début de leur évolution. Ils s'y divisent activement d'abord, puis disparaissent en se déformant. Ils affectent alors souvent des formes filamenteuses, granuleuses, ou en chapelet (*M. punctatum*). Dans les authéridies ils existent aussi dès le début de l'évolution de l'organe. Puis la cellule initiale donne en se divisant un massif cellulaire dont la couche superficielle seule conserve des plastes normaux (*M. punctatum*, *F. hygrometrica*). Dans les cellules profondes les chloroplastes s'étirent parallèlement au noyau, prenant l'aspect de chondriocontes typiques plus ou moins variqueux, sans doute à cause des grains d'amidon en voie de disparition qui y sont contenus (*M. punctatum*).

2. *Vacuoles.* — Toujours arrondies partout où nous les avons vues. Elles existent dans la spore où nous avons pu les colorer par le rouge neutre (*R. Megapolitanum*). On les retrouve dans la cellule apicale de la tige où elles sont parfaitement visibles sans coloration grâce aux corpuscules intra-vacuolaires mobiles qu'elles contiennent (*M. punctatum, H. fluitans*). On les retrouve encore dans les cellules des feuilles, avec des dimensions très variées, les plus petites étant les plus chromaffines pour le rouge neutre (*R. Megapolitanum*), et pour le violet neutre (*H. fluitans*). Dans l'an-

([1]) Séance du 26 octobre 1925.

([2]) Cf. P. Dangeard, *Plastes et cytosomes chez le* Fontinalis antipyretica (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, 5e série, 1, 1925, p. 5).

théridie, elles ont des dimensions à peu près constantes et prennent le rouge neutre sans différence sensible de coloration (*F. hygrometrica*).

3. *Granulations intracytoplasmiques.* — Difficiles à voir partout où les chloroplastes sont abondants (spore mûre, cellule de feuille âgée). On les reconnaît, au contraire, très facilement dans la cellule apicale de la tige (*H. fluitans*, *M. punctatum*), dans les cellules de la paroi de l'anthéridie (*F. hygrometrica*) et dans les paraphyses âgées, au moment où les chloroplastes se résorbent. Dans ce dernier cas on peut mettre en évidence la nature graisseuse de certaines d'entre elles par le Sudan III. Toutefois, la plupart (provenant de la désagrégation des plastes ou préexistant dans la cellule) ne se colorent pas (*M. punctatum*).

PHYSIOLOGIE. — *Sur la genèse de la contraction rythmique du cœur.* Note [1] de M. F. **Henrijean**, présentée par M. d'Arsonval.

Les théories actuelles de la contraction et du rythme cardiaques sont insuffisantes.

Le rythme de l'E. C. G. du cœur arrêté est exactement celui du cœur qui se contracte et ni l'un ni l'autre des facteurs invoqués jusqu'à présent dans les théories du rythme ne peut intervenir. Le rythme a sa cause dans les éléments mêmes du cœur arrêté.

Les phénomènes électriques du cœur primitif représentés par l'E. C. G. du cœur arrêté doivent être considérés comme les excitants de la contraction du cardiaque. L'onde P précédant la contraction auriculaire détermine celle-ci et les ondes R, S, T sont en rapport direct avec la contraction ventriculaire.

Les nœuds fonctionnent à la façon de condensateurs minuscules de charges différentes; ils peuvent s'influencer réciproquement et déclancher la contraction de l'une ou l'autre partie du cœur.

Les charges se mesurent par la grandeur des ondes qu'elles produisent. Dans les conventions ordinaires, 1 millivolt correspond à 1 centimètre de déplacement de la corde du galvanomètre. L'onde P provenant du noyau de Keith et Flack est la plus petite; les ondes R et T provenant du nœud Tawara et du reste de l'appareil de commande sont plus hautes et de grandeur à peu près égales [2].

---

(1) Séance du 12 octobre 1925.

(2) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1703, fig. II.

La succession rythmique des ondes P, R, T est celle qui est la plus généralement observée, aussi dit-on que l'excitation part du nœud sinusal, qu'elle gagne ensuite le nœud de Tawara pour passer après par le faisceau de His dans l'appareil et les fibres qui se trouvent dans les ventricules. La rythmicité est une propriété fondamentale de ces organes. Lorsqu'on sectionne le faisceau de His, les contractions ventriculaires deviennent plus rares. On dit alors que le nœud de Tawara reprend la fonction du nœud sinusal, ce rythme est lent; lentes sont aussi les pulsations nodales. On dit également que des nœuds situés plus bas suppléent en cas de déficience du nœud de Tawara ou quand les branches du His sont sectionnées, et c'est le cas pour les fragments isolés de muscle cardiaque.

On distinguait les excitations nomotropes ou hétérotopes suivant qu'elles provenaient, croyait-on, des nœuds dans l'ordre normal ou qu'elles naissaient en d'autres points du système. En réalité, l'*excitation part toujours du nœud de Tawara,* elle devient seulement plus fréquente, lorsque l'excitation sinusale atteint un nœud normalement sensible. Le nœud de Tawara, comme un condensateur dont la décharge est activée par une excitation venue de plus haut, se décharge plus rapidement, mais la rapidité de la décharge peut encore varier suivant le degré de charge du condensateur qui la reçoit, comme elle peut varier au niveau des nœuds par modification des charges ou des résistances.

A la suite d'un grand nombre d'expériences, nous avons constaté que les ondes P ne sont pas celles qui provoquent les contractions ventriculaires. Elles les accélèrent seulement.

La puissance du nœud de Tawara et sa sensibilité à l'excitation sinusale peuvent changer. Dans certaines expériences nous avons compté jusque 20 ondulations P avant d'observer une onde R. Le bloc vrai, celui qui est consécutif à la section, est toujours du type 2.1, c'est-à-dire deux pulsations auriculaires pour une ventriculaire; il donne la mesure de l'action accélératrice du nœud sinusal. Celui qui est dû soit à l'action du X, soit à celle du chloroforme, n'est pas, en réalité, dû au blocage du faisceau de His, mais bien à une action sur le nœud de Tawara qui agit alors beaucoup moins qu'après la simple section du faisceau. Le bloc est de types 1.3, 1.4, 1.8 et plus, comme si la charge du Tawara était diminuée.

Le ralentissement du cœur par l'excitation de X peut, avec une excitation légère bien dosée, avoir le type du bloc réel, c'est-à-dire 1.2. Ce bloc disparaît, nous l'avons vu, par excitation du sympathique. Les électrolytes K et Ca ont des actions différentes sur les nœuds (et par suite sur les E. C. G.)

dont la sensibilité à ces électrolytes est spéciale pour chacun. Ces électrolytes agissent sur l'E. C. G. pour lui donner, le Ca, le type sinusal PRT et le K le type nodal RPT.

Le vague agissant plus sur le Tawara, le sympathique plus sur le Keith et Flack.

Ces actions dépendront aussi des conditions spéciales dans lesquelles peuvent se trouver momentanément les nœuds comme en témoignent les expériences où nous excitions, simultanément, les vagues et les sympathiques.

La contraction rythmique normale du cœur dépend de l'action de centres agissant comme des condensateurs : la décharge du nœud de Tawara produit l'excitation qui provoque la contraction des ventricules; celle du nœud de K et Fl agit sur le tissu moins différencié de l'oreillette et sur le nœud de Tawara dont elle accélère la décharge.

Les électrolytes et aussi des corps comme l'éther et le chloroforme peuvent modifier la « capacité », c'est-à-dire l'activité et la sensibilité des nœuds.

Nous devons admettre que le Ca et la respiration agissent pour donner des électrocardiogrammes de type sinusal. Le K, le chloroforme donnent des électros de type nodal. Le chloroforme agit presque instantanément pour ramener la sensibilité du vague disparue après intoxication par l'adonidine. Les E. C. G. formés dans ce cas sont de type sinusal ou nodal les actions opposées prédominant alternativement.

ZOOLOGIE. — *Les formes épitoques des Euniciens (Annélides polychètes).* Note de M. **L. Fage**, présentée par M. Ch. Gravier.

L'existence de formes épitoques pélagiques, généralement appelées Palolos, et essaimant régulièrement, chaque année, suivant un rythme lunaire rigoureusement défini, est établie depuis longtemps pour quelques Euniciens des mers chaudes. Nos pêches nocturnes à la lumière, faites soit à Banyuls-sur-Mer, avec Racovitza, soit à Concarneau, avec R. Legendre, montrent que certaines espèces de nos côtes subissent aussi, au moment de la reproduction, des modifications profondes qui en font de véritables formes épitoques, essaimant en surface.

Chez les *Staurocephalus* qui, notamment par la brièveté de leur corps à segments peu nombreux (60 à 80), s'opposent à la plupart des autres

Euniciens, l'épitoquie est caractérisée par le grand développement des yeux, l'allongement considérable des soies et la présence de soies composées en arête effilée qui font défaut aux individus atoques. On constate, en outre, sur toute la longueur du corps, une réduction des muscles longitudinaux et du tube digestif, tandis que les cellules sexuelles envahissent la cavité générale. Nous avons trouvé en cet état les *S. atlanticus* et *Rudolphii* ([1]) dans le plancton de Concarneau en 1922, 1923 et 1924, uniquement au premier quartier des lunes de juin ou de juillet, sauf le 4 août 1923, dont la pêche coïncidant avec le dernier quartier de la lune de juillet, nous donna six individus de l'une et l'autre espèces.

Chez les autres Euniciens que nous avons observés nageant à la surface (*Eunice Harrassii* ([2]) et *E. vittata*, *Lysidice Ninetta*, *Nematonereis unicornis*, *Lumbriconereis Latreilli*), les cellules sexuelles n'occupent qu'une partie limitée du corps. Celui-ci comprend, en effet, trois régions distinctes : une région antérieure atoque, dans laquelle les éléments génitaux ne pénètrent pas, qui peut mesurer, dans certains cas, un quart de la longueur totale et n'est en aucune façon transformée; une région épitoque, différemment colorée par les produits sexuels dont elle est remplie et qui est le siège des modifications que nous allons signaler; enfin, une courte région terminale, stérile, qui demeure sans changement. Au contraire de ce qui a lieu chez les *Staurocephalus*, dans la région épitoque, les soies n'augmentent ni de taille ni de nombre, mais une suractivité excrétrice considérable analogue à celle que nous avons décrite chez les *Polyophtalmus* pélagiques ([3]), se manifeste par une abondante production de pigment dans les cellules sexuelles colorées en rouge, en vert ou en violet; dans l'organe pigmentaire parapodial, dont la sécrétion peut alors envahir même l'âme des soies (*E. vittata*); autour de la chaîne nerveuse, dont la gaine pigmentaire augmente de volume; dans le péritoine qui élabore en masse, chez le *Lumbriconereis Latreilli*, des grains d'excrétion noirâtres, tombant dans le cœlome et s'infiltrant entre ce qui subsiste des muscles longitudinaux et la cuticule. Ces muscles, en effet, si puissants et si robustes dans la partie antérieure du corps, sont ici extrêmement réduits; il en résulte une très grande fragilité de la région sexuée, attestée d'ailleurs par le nombre important d'immatures en voie de régénération que l'on peut capturer à mer basse. Les

---

([1]) Voir P. Fauvel, *Bull. Soc. zool. France*, **48**, 1923, p. 306.

([2]) R. Herpin a également observé l'essaimage de cette espèce à Cherbourg (*Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1431).

([3]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 2081.

essaimages auxquels nous avons assisté se sont montrés trop pauvres en individus et trop peu nombreux pour nous permettre d'en fixer le rythme.

Mais nos observations montrent que l'épitoquie, que l'on considérait jusqu'ici comme exceptionnelle dans la famille des Euniciens, s'y présente avec une certaine fréquence et suivant deux types bien différents. L'un, qui est du type le plus habituel aux autres Polychètes, est réalisé chez les *Staurocephalus;* l'autre, plus spécial, se produit, sur nos côtes, chez les espèces citées plus haut. Tandis que les premiers, dont le corps entier est bourré d'œufs ou de sperme, ne pourraient survivre à la ponte qu'au prix d'une réparation sur place de tout l'organisme, la localisation des transformations dont les autres sont le siège, et qui laisse une importante région du corps intacte avec tout son pouvoir de régénération, rend probable une survie de l'animal, après autotomie de la partie postérieure, vidée de ses produits sexuels. Ainsi le cas des Palolos, qui appartient à ce second type, et où cette autotomie, suivie de régénération est de règle, se trouve éclairé par les faits que nous venons de rapporter.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de l'hématoporphyrine.* Note de M. **René Fabre**, présentée par M. L. Guignard.

L'hématoporphyrine a fait l'objet de nombreux travaux destinés soit à en fixer les caractères physiques, soit à en établir les propriétés biologiques. Au cours de ces dernières années, plusieurs auteurs ont fait d'intéressantes études à ce sujet; il convient, en particulier, de signaler les déterminations spectrophotographiques de la fluorescence de ce pigment par Dhéré et Van der Bom [1] et les recherches dans le domaine physiologique de Derrien, Policart et leurs collaborateurs [2].

Nous avons songé à utiliser la technique spectrophotométrique de détermination de la répartition de l'intensité dans le spectre de fluorescence [3] pour établir un document nouveau susceptible de permettre l'identification de l'hématoporphyrine dans divers produits de l'organisme.

Les déterminations ont été faites au moyen de solutions dans l'alcool absolu d'hématoporphyrine cristallisée préparée d'après la méthode de Willstätter. On sait qu'une telle solution présente le caractère de fluorescence jusqu'à la dilution de $\frac{1}{8} \times 10^7$, et il

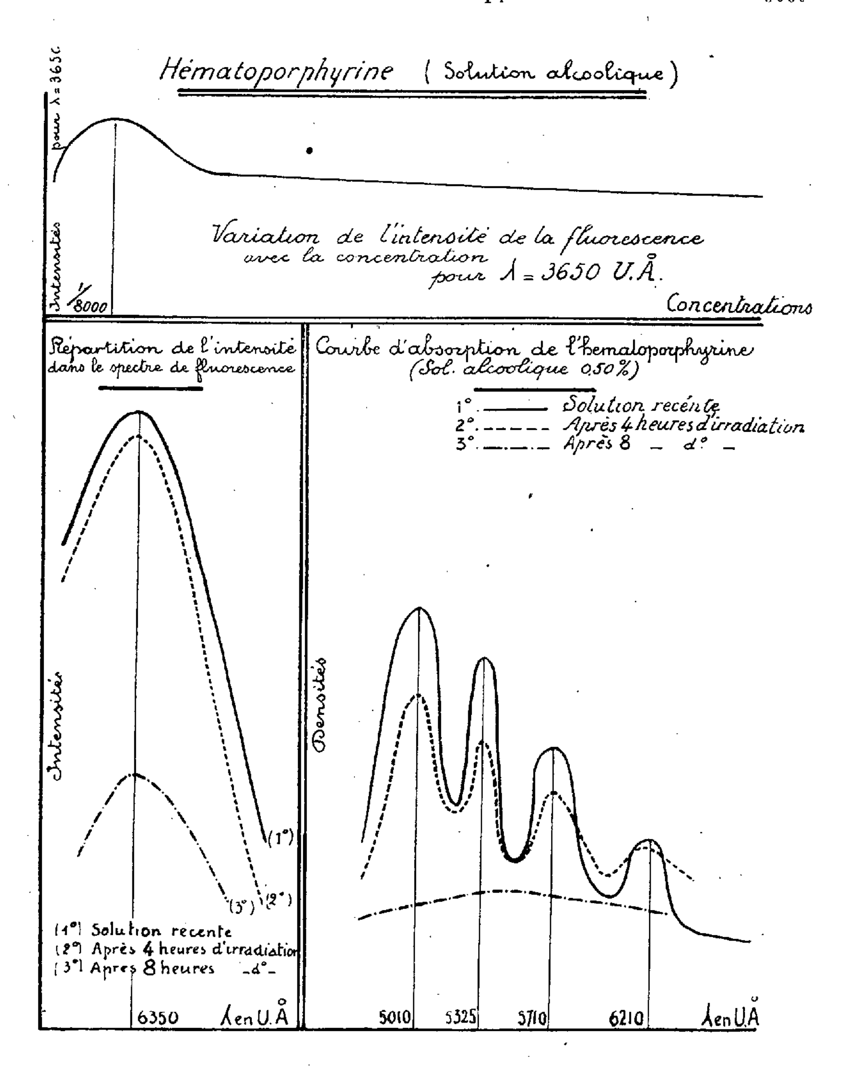
---

(1) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 351.

(2) *C. R. Soc. Biol.*, 1924-1925, *passim*.

(3) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 6.

nous a été possible d'effectuer des mesures suivant la techniqne publiée antérieurement (*loc. cit.*) jusqu'à la dilution de $\frac{1}{5} \times 10^5$. Le maximum de la courbe est apparu constamment à λ : 6350 U.Å., les déterminations ayant été pratiquées de λ : 6100 à λ : 6700 U.Å. Si l'on compare les résultats obtenus aux diverses dilutions, on constate que le maximum de l'intensité de fluorescence apparaît à la dilution de $\frac{1}{8000}$ environ;



la courbe représentant les variations de cette intensité peut être utilisée pour effectuer des dosages d'hématoporphyrine dans de nombreux cas.

Par exemple, il nous a été possible de doser l'hématoporphyrine mise en évidence par Derrien dans les glandes de Harder du rat blanc.

Pour celà, les glandes broyées avec du phosphate de soude sec sont triturées avec

un ou deux dixièmes de centimètre cube d'acide phosphorique titré et quelques gouttes d'alcool. On ajoute ensuite la quantité calculée de potasse alcoolique incolore, préparée avec de l'alcool déaldéhydé, de façon à obtenir la neutralité exacte.

Le phosphate précipite et il reste une solution alcoolique neutre d'hématoporphyrine, que l'on sépare par centrifugation. Le résidu est lavé à deux reprises avec un ou deux centimètres cubes d'alcool, et le volume de la liqueur est exactement noté. Il suffit dès lors de comparer l'intensité de la fluorescence de celle-ci, pure et diluée à $\frac{1}{2}$, avec celle de solutions de titre connu, pour avoir une idée fort précise du taux d'hématoporphyrine dans cet organe.

Les résultats fournis par dix expériences oscillent entre 1,25 et $1,50 \times 10^{-5}$ gr., pour les deux glandes d'un poids total moyen de $0^{g},18$. Nous n'avons pas constaté de différences sensibles au cours du rachitisme expérimental.

Cette détermination spectrophotométrique est beaucoup plus sensible que celle permettant l'établissement de la courbe d'absorption dans le visible de la solution alcoolique de ce pigment; on peut s'en rendre compte aisément par l'étude que nous avons faite de l'altération de cette solution, soumise au rayonnement complet d'un brûleur à mercure de H. George. Cette étude était importante afin d'établir les modifications de l'hématoporphyrine au cours de diverses expériences qui feront l'objet d'une Communication ultérieure.

La courbe que nous avons tracée ne diffère pas, au point de vue de la place des maxima et des minima, de celle indiquée par divers auteurs (Willstätter, Gotto, etc.). Après un séjour de 1 mois à la lumière solaire, elle n'avait subi aucune modification appréciable. Après 4 heures d'irradiation à la lampe à mercure, on note une diminution sensible de la densité optique atteignant d'une façon semblable tous les points de la courbe, sauf dans les grandes longueurs d'onde. Après 8 heures, l'altération du pigment est telle que le tracé se réduit à une droite. La courbe de répartition spectrale de l'intensité de fluorescence est encore très caractéristique à ce moment, et la fluorescence disparaît seulement après 10 à 12 heures d'irradiation pour une solution alcoolique à $\frac{1}{2000}$ (1).

---

(1) Le détail des calculs pour l'établissement de ces courbes sera publié dans un autre Recueil.

HÉMATOLOGIE. — *Le rôle des lymphocytes et granulocytes dans la réparation de tissus lésionnés chez l'Écrevisse.* Note de MM. **L.-M. Bétancès** et **J. de Luna**, présentée par M. Henneguy.

Nous avons fait une brûlure dans une des deux glandes vertes d'une série d'Écrevisses et cette glande ainsi que celle que nous avons laissée normale ont été examinées histologiquement.

Dans la glande brûlée depuis 24 heures, les canalicules du labyrinthe étaient remplis de sang. Le stroma conjonctif intercanaliculaire était infiltré par un nombre considérable de granulocytes mûrs, par des cellules jeunes amiboïdes, par de grandes cellules rondes lymphoïdes et par de très rares lymphocytes mûrs. Le stroma conjonctif sacculaire était transformé en un reticulum lymphoïde, tandis que les cellules fixes étaient très peu nombreuses ainsi que les cellules granuleuses du stroma sacculaire. En outre, l'épithélium du saccule commençait à se dissocier et ses cellules se confondaient avec celles du stroma. Après 48 heures, l'infiltration de granulocytes était plus considérable, ils étaient même à l'intérieur des canalicules; parmi ceux-ci et ceux intercanaliculaires il y en avait beaucoup de dégénérés (formes accidentelles décrites par le premier de nous) et des rhagioplastes. Autour des canalicules lésionnés nous avons vu que les cellules amiboïdes et fusiformes commençaient à s'anastomoser et à former une trame conjonctive. Dans la glande brûlée depuis 4 jours, les formes accidentelles des granulocytes étaient plus abondantes, des masses granuleuses paraissaient se transformer en une substance hyaline ou vitreuse à reflets verdâtres. Tout autour de ces mêmes canalicules il y avait un tissu de cellules fusiformes, et ailleurs on ne voyait que des cellules amiboïdes ou étoilées libres et quelques-unes arrondies. Après 16 jours, nous avons constaté, en dehors de ces faits, l'apparition de progranulocytes histiocytaires et de granulocytes jeunes, normaux. Dans la glande brûlée depuis 26 jours il y avait de nouveau des granulocytes dégénérés et des *rhagioplastes*, tandis que dans celle brûlée depuis 40 jours nous avons trouvé, à côté de ceux-ci, des formes jeunes, de formes histiocytaires et des cellules en division mitotique. En outre, les cellules épithéliales libres avaient un noyau pycnotique.

Nous ajoutons que, parmi les granulocytes, plusieurs contenaient des granulations vitreuses à reflets verdâtres à côté des granulations oxyphiles, et

d'autres montraient des granulations brunes verdâtres paraissant pigmentaires. Des masses de matière vitreuse d'aspect colloïde, étaient entourées par des cellules conjonctives, d'autre paraissaient accolées à des cellules épithéliales et les unes et les autres présentaient tout à fait l'aspect des corps de Hassal. Le tissu de nouvelle formation, de nature conjonctive et qui avait commencé à se constituer dans la glande brûlée depuis les premiers jours, avait la même structure que celui qui se constituait dans le processus de cicatrisation chez les Mammifères. D'autre part, le stroma intercanaliculaire de nouvelle formation était plus abondant. Dans la glande brûlée depuis 65 jours, le stroma réticulaire de nouvelle formation était définitivement constitué. L'épithélium des canalicules lésionnés n'était pas régénéré.

L'épithélium sacculaire était normal, les lacunes sanguines étaient pleines de granulocytes jeunes et de progranulocytes, et le stroma conjonctif réticulaire était en prolifération active. Nous avons observé le même processus cytologique de réparation dans les tissus qui recouvrent la glande verte et que nous avons lésionnés au moment de passer le fer porté au rouge, afin de brûler la glande. Dans la glande laissée intacte nous avons constaté que, depuis les premières heures, les granulocytes avaient disparu de même que toutes les autres cellules des lacunes sanguines; il existait une anaplasie nette dans le stroma conjonctif de cette glande, jusqu'au dernier moment de notre observation.

Ces faits observés par nous, chez l'Écrevisse, infirment le rôle qui a été attribué par un certain nombre d'auteurs aux granulocytes et lymphocytes dans ces réactions. Chez l'Écrevisse, quoique des cellules jeunes et polyvalentes se trouvent souvent dans la circulation, de même que chez la généralité des Invertébrés, et au contraire de ce qui a lieu chez les Mammifères, à l'état normal, les véritables lymphocytes mûrs ne jouent aucun rôle direct dans la réparation des tissus lésionnés. Les granulocytes et les véritables lymphocytes mûrs, qui infiltrent dès le début ces tissus, proviennent de la circulation, ces cellules dégénèrent et ensuite une nouvelle prolifération se produit dans le même stroma conjonctif de l'organe lésionné ou bien dans d'autres organes leucopoiétiques. Les granulocytes de l'Écrevisse, malgré leur fonction dite phagocytaire, ne paraissent pas jouer dans ce processus un rôle vital actif; ils dégénèrent de même que les lymphocytes, leurs granulations restent anucléées, se dissolvent ou sont éliminées et, d'après les images histologiques que nous avons obtenues, nous ne pouvons que soupçonner que le produit de ces granulations se transforme, et peut-être sert-il à la syn-

thèse d'un autre produit utilisable par les tissus. D'après nos expériences, la seule chose évidente est que la cellule active, celle qui va autour des tissus lésionnés et forme un anneau fibreux de cicatrisation, celle qui prolifère, celle qui est capable de former un nouveau tissu réticulaire et de nature conjonctive, de nouveaux vaisseaux sanguins, etc., est la même cellule de ce tissu d'origine mésodermique ou mésenchymateux (l'hémohistoblaste) si elle n'est pas hautement différenciée. Par sa potentialité hémohistoplastique elle se différencie aussi en cellule hématique polyvalente, en granulocyte, en lymphocyte et en monocyte histiocytaires; une fois libre elle peut rester amiboïde ou ronde et d'aspect lymphocytique, etc. Chez l'Écrevisse, le véritable lymphocyte hématogène ou histiogène ne se différencie pas en cellule fixe et, si ceci se passe chez les Invertébrés, il faut admettre définitivement que chez les Vertébrés à lymphocytes hématiques plus mûrs et plus différenciés, cette cellule est encore plus incapable de devenir fixe et fibroplastique, contrairement à ce qu'acceptent encore quelques rares auteurs.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'azotémie au cours du mal de montagne.* Note (¹) de M. **H. Guillemard**, présentée par M. Desgrez.

Les recherches que j'ai poursuivies avec R. Moog, au mont Blanc, à partir de 1905, nous ont amenés à conclure à une accumulation probable d'azote, dans le sang, au cours du mal de montagne (²). L'analyse du sang, à l'aide des nouvelles techniques, devait permettre de trancher la question. R. Moog, sur des cobayes vivant dans l'air raréfié (³), et moi-même, sur des lapins transportés à l'Observatoire Vallot (⁴), avons noté une augmentation de l'azote uréique et résiduel du sérum. Une expérience décisive restait à faire : doser l'azote du sang chez l'homme, au cours du mal de montagne. Cette expérience, tentée sans succès en 1922, a pu être réalisée en juillet 1924.

Les prises de sang ont été faites sur moi-même (H. G.) et, pour donner plus de généralité aux résultats, sur mon fils (J. G.) âgé de quatorze ans, qui m'accompagnait à l'Observatoire Vallot. L'ascension a été rendue par-

(¹) Séance du 26 octobre 1925.
(²) *Comptes rendus*, **141**, 1906, p. 843.
(³) *Bull. Soc. de Biol.*, **73**, 1912, p. 131.
(⁴) *Comptes rendus*, **158**, 1914, p. 358.

ticulièrement pénible par la persistance du mauvais temps et l'abondance des chutes de neige. La caravane, arrivée le 27 juillet aux Grands-Mulets (3050^{m}), y a été bloquée deux jours par la neige et n'est parvenue que le 30 à l'Observatoire Vallot (4395^{m}), qu'elle a quitté le 1er août. Les deux observateurs ont été atteints, en même temps, du mal de montagne, peu après leur arrivée à l'Observatoire, et en ont présenté les symptômes classiques, céphalalgie, frissons, nausées, anorexie, asthénie, somnolence, respiration périodique, oligurie accentuée, etc. Les prises de sang ont été faites à Chamonix, aux Grands Mulets et à l'Observatoire Vallot. Le sang prélevé était désalbuminé sur place, suivant la méthode de Folin et Wu au tungstate de soude, et l'azote total du filtrat dosé au laboratoire par micro-Kjeldahl. De nouvelles observations ont été faites à Alger, au cours de l'hiver dernier, en variant les conditions (à jeun, après un repas, à la suite d'une forte marche). Les analyses ont donné les résultats suivants, exprimés en centigrammes d'azote non protéique, par litre de sang.

Pour le sujet H. G. les onze dosages effectués tant à Chamonix qu'à Alger ont donné des nombres compris entre 30,6 et 35,8, avec une moyenne de 32,4; la prise de sang faite aux Grands Mulets a donné 34,5; les quatre prises de sang faites à l'Observatoire Vallot ont donné : 47,1; 48,3; 50,3; et 49,6.

Pour le sujet J. G., les cinq prises de sang ont donné les résultats suivants : à Alger : 29,7; aux Grands Mulets : 29,1; à l'Observatoire Vallot : 44,1; 47,2; 44,9.

On peut conclure de ces données qu'une accumulation notable de substances azotées non protéiques dans le sang paraît bien coïncider, chez l'homme, avec la crise de mal de montagne, ce qui confirme les résultats antérieurs. Au point de vue pathogénique, la fatigue musculaire se montre, à elle-seule, incapable de déterminer ces accidents; il faut donc incriminer l'anoxhémie, tout en considérant la fatigue comme un facteur possible d'aggravation. De nouvelles observations sont nécessaires pour fixer les conditions de ce phénomène et élucider le mécanisme par lequel la vie, dans l'air raréfié, détermine une auto-intoxication azotée.

HYGIÈNE. — *Transparence des eaux naturelles aux rayons ultraviolets.* Note de MM. **J. Duclaux** et **P. Jeantet**, présentée par M. Roux.

Nous avons reconnu que l'étude de la transparence des eaux naturelles aux rayons ultraviolets lointains (en général au-dessous de 2500 Å) donne des renseignements précieux et souvent décisifs sur la valeur hygiénique de ces eaux.

L'eau chimiquement pure est transparente, sous l'épaisseur de 10^{cm} que nous employons en général, jusqu'à la longueur d'onde 1900 Å environ, c'est-à-dire très loin dans l'ultraviolet. Il est remarquable que toutes les substances que l'on rencontre normalement dans les eaux dites pures, c'est-à-dire les sels minéraux, ne diminuent pas sensiblement cette transparence, tant que leur concentration ne dépasse pas celle que l'on trouve d'ordinaire dans les sources (le cas des eaux dites minérales devant être traité à part).

Au contraire, les éléments suspects que peuvent contenir les eaux les rendent opaques, et en règle générale d'autant plus qu'ils décèlent une contamination plus grave ou plus récente.

Une quantité d'ammoniaque de 3^{mg} par litre diminue déjà la transparence au-dessous de 2000 Å. Les matières protéiques, même en très petite quantité, absorbent à partir de 3000 Å. Une quantité de 4^{mg} d'albumine par litre, ou de toute autre matière animale azotée complexe, est décelable de cette manière; et en portant la longueur du tube absorbant à 50^{cm}, on multiplie encore pour ces matières la sensibilité par 5.

Les eaux d'égout et d'inondation, les eaux croupies, les eaux vannes, même filtrées, sont également opaques. L'eau de puits prise dans différentes régions, quoique transparente et incolore, se distingue immédiatement par son absorption d'une eau pure. Une eau de rivière, après la traversée d'une petite ville, est plus opaque qu'en amont. Jusque là donc il y a un parallélisme complet entre la valeur d'une eau et sa transparence.

L'interprétation n'est plus aussi simple dans le cas où l'eau contient des nitrates ou des nitrites. Ces deux sels ont, à partir de 2300 Å, le même spectre d'absorption, tout à fait caractéristique, que nous appellerons *spectre*

de l'azote, et qui apparaît déjà pour 1^{mg} par litre. Or leur présence s'interprète de manière toute différente.

En ce qui concerne les nitrates, non seulement leur présence n'est pas une preuve de l'impureté des eaux, mais nous montrerons dans une prochaine Note qu'elle est plus souvent la meilleure garantie de leur pureté. Au contraire les nitrites sont essentiellement suspects. Il suit de là que la constatation du *spectre de l'azote* ne donne à elle seule aucun renseignement décisif; il est indispensable de reconnaître si ce spectre est dû au nitrate ou au nitrite. Il existe pour cela des méthodes chimiques; nous en donnerons une autre fondée sur l'étude des modifications du spectre d'absorption sous l'influence des réactifs. Pour des raisons qui trouveront place dans un Mémoire détaillé, il est d'ailleurs probable qu'en pratique cette distinction n'aura que bien rarement à être faite.

Nous ajouterons que l'eau de pluie présente dans l'ultraviolet lointain une curieuse opacité dont nous recherchons actuellement la cause.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 19 octobre 1925.)

Note de MM. *d'Arsonval*, *F. Bordas* et *F. Touplain*, La détermination du régime des sources hydrominérales :

Page 489, ligne 4 en remontant, *au lieu de* la valeur de k, *lire* la valeur de h.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 NOVEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Ikeno**, professeur à l'Université de Tokio, qui assiste à la séance.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Un essai sur les Pommes de terre montagnardes.* Note de M. **J. Costantin**.

Ayant eu l'occasion au cours des années 1921, 1923 et 1924 en Savoie (à Pralognan) ainsi qu'en 1922 en Italie (dans la vallée d'Aoste, à La Thuile) d'admirer les cultures de Pomme de terre, je n'avais discerné, parmi ces plantes, aucune de ces maladies énigmatiques appelées maladies de la dégénérescence, qui causent à l'heure actuelle tant de préoccupations en Europe et dans le Nouveau Monde, constituant un phénomène d'une extrême gravité (1). J'ai eu l'idée de me faire envoyer un petit lot de

---

(1) M. A.-Charles Girard vient de faire à l'Académie d'Agriculture une Communication, le 4 novembre 1925, où il a mentionné les effets vraiment décourageants de la dégénérescence de la Pomme de terre (aussi propose-t-il, pour l'alimentation du bétail, de remplacer le *Solanum tuberosum* par le Topinambour). Par des expériences continuées pendant cinq années dans la Dordogne, ce praticien, en mettant tous les engrais nécessaires, tous les façonnages et les techniques culturales les plus perfectionnées, n'a obtenu qu'un *rendement moyen d'un peu plus de* 8000^{kg} à l'hectare de tubercules de Pomme de terre.

tubercules qui avaient été récoltés à Pralognan, à l'altitude de 1450^{m} [1], afin de voir comment elles se comporteraient dans la plaine.

L'étude de ces affections considérées comme physiologiques est délicate, aussi ai-je proposé à M. Ducomet, qui s'est fait une spécialité importante dans ce domaine, de prendre la moitié des tubercules que j'avais reçus, pour les semer sous sa surveillance à l'École nationale d'Agriculture de Grignon, réservant l'autre moitié pour un essai que je comptais faire au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Voici le résultat cultural obtenu dans ce dernier champ d'expérience avec seulement dix tubercules qui ont été plantés par moi.

Semis 16 avril 1925. Aucun engrais (cendres de bois, engrais potassiques, etc.); aucune façon culturale spéciale. Aucun sulfatage. Je me suis placé dans les conditions ordinaires du petit cultivateur qui ne se donne aucun tracas pour élever ses tubercules.

Végétation très belle, floraison superbe.

J'ai été, le 11 juillet 1925, faire une visite à l'École d'Agriculture de Grignon où M. Ducomet m'a montré les plantes issues de mes tubercules. Sur les pieds à l'air libre il n'y avait pas de maladie constatable; un des pieds qui étaient sous cages vitrées [pour les protéger contre la piqûre des pucerons [2], vraisemblablement le *Macrosiphon solanifolii* présentait les symptômes de l'enroulement, mais la cage vitrée et à tamis fin ne pouvait pas être soulevée, par crainte de contamination, et je n'ai pu me rendre compte de ce résultat [3].

Grâce à la visite complète que j'ai pu faire des cultures si curieuses de Grignon (qui constituent, il est vrai, un foyer assez intensif de diffusion pour toutes ces maladies physiologiques, si les pucerons interviennent, comme cela paraît probable, dans la propagation), j'ai pu les étudier attentivement pour surveiller avec fruit mes cultures de Fontainebleau.

Ni *l'enroulement*, ni la *mosaïque* n'ont fait leur apparition dans la culture de Fontainebleau, mais *deux pieds sont morts* d'une manière soudaine : l'un

---

(1) J'insiste sur le fait qu'il y a des glaciers et des neiges éternelles dans le voisinage. Ceci est important, l'altitude seule ne suffit pas.

(2) *Work and progress of the Idaho Agricultural exp. Stat.* (*Idaho Agric. exp. Stat.*, Bull. 136, 1923, 69 pages). On a obtenu des résultats de transmission positifs avec *Macrosiphon solanifolii*, négatifs avec *Myzus persicæ*, *Nysius ericæ*, etc. — Murphy, *Sc. Proc. Roy. Dublin Soc.*, 17, 1923, p. 163.

(3) Le 6 novembre, M. Ducomet m'a informé, assez tardivement, que l'enroulement avait fait des progrès sérieux sur les individus de mon lot, cultivés à Grignon, depuis le 11 juillet (époque de ma visite). Ce résultat me surprend, étant donnée l'absence d'enroulement à Fontainebleau. Je me demande si la propagation tardive par le *Macrosiphon* ou autre Insecte analogue n'est pas intervenue. Ce doute vicie cet essai et lui enlève la force probante.

n° 9 était mort à la fin de juin; le n° 7 qui avait une végétation faible à cette époque, était mort le 26 juillet 1925. Les autres pieds sont restés superbes; les rendements obtenus justifient leur parfait état de santé.

Le 6 octobre 1925, les dix pieds ont été déracinés et voici quels ont été les résultats de leur culture.

Deux variétés cultivées : Woltmann (tubercules rouges; fleurs violettes). Institut de Beauvais [1] (tubercules blancs; fleurs blanches) (d'après M. Ducomet).

(Symboles : G, gros tubercules; M, moyens; P, petits.)

Nos.	Pommes de terre :	Poids des tubercules.
		kg
1.	rouges : 13M et 4P	0,950
2.	blanches : 7M et 4P	0,675
3.	» : 2G et 6M	1,150
4.	rouges : 5G, 15M, 4P	2,600
5.	blanches : 5M, 1P	0,630
6.	rouges : 1G, 9M, 21P	1,350
7.	blanches : 1M	0,100
8.	blanches : 3G, 6M	1,480
9.	rouges : 4P	0,020
10.	rouges : 20M, 18P	1,800

Aucun tubercule pourri; M. Ducomet pense que c'est le Rhizoctone qui a terrassé les nos 7 et 9.

Contrairement à l'opinion formulée précédemment il peut y avoir des maladies de dégénérescence en montagne, cependant leur importance reste plus faible que dans la plaine.

L'année 1925 a été, en général, mauvaise pour les Pommes de terre. Au bord de la mer (Morbihan, Ile-aux-Moines), la proportion de petits tubercules inutilisables pour l'homme était considérable, il y avait beaucoup de pourriture. Autour de Fontainebleau : en bon terrain, sur 300kg de tubercules, 4 à 5kg de tubercules pourris, un tiers de petits tubercules utilisables seulement pour les poules. A Changis, terrain marécageux quand il pleut : la moitié des tubercules ont pourri.

Mon petit essai tranchait nettement sur tous les résultats voisins.

J'ai calculé ce que produirait à l'hectare chacun de mes 10 pieds (en supposant l'écartement moyen de 60cm en tous sens) [2].

---

[1] M. Ducomet m'a signalé un fait intéressant observé par lui sur un pied d'Institut de Beauvais, c'est une variation violette. C'est là un fait très rare, m'a-t-il dit. Ce type paraît plein de promesses et a bien résisté.

[2] Les variétés *hâtives* se plantent en lignes espacées de 40cm et de 30cm sur la ligne (cela fait 83333 pieds à l'hectare); en *grande culture*, à 60cm (cela fait 27777 pieds à l'hectare). J'ai adopté ce dernier chiffre, bien que cependant les tubercules montagnards soient hâtifs (H. DE VILMORIN, *Dict. Agric. de Barral et Sagnier*, 4, p. 262).

1...........	28388kg à l'hectare	6...........	32498kg à l'hectare
2...........	18794 »	7...........	2777 »
3...........	31943 »	8...........	51109 »
4...........	72220 »	9...........	555 »
5...........	17499 »	10...........	49998 »

Rendement moyen pour les 10 pieds : 30571kg à l'hectare.

Les poids des tubercules constituent, en fait, le meilleur critérium pour l'étude entreprise.

Il serait prématuré de tirer des conclusions d'une pareille expérience qui n'est fondée que sur l'étude de dix pieds; il va d'ailleurs falloir suivre les principales lignées pendant deux autres générations pour savoir ce qu'elles deviennent au point de vue de la dégénérescence. Il serait cependant peu justifié de la considérer comme sans signification parce qu'elle s'accorde avec des faits très anciennement connus qui paraissent établis (1).

Récemment, en 1925, Charles Vallot, disait dans son *Guide du Massif du Blanc :* « Introduite en 1774 (la Pomme de terre) a tenu rapidement une place considérable d'autant plus qu'elle vient à des altitudes plus élevées (La Tour Merlet, La Fontaine Caillet), c'est-à-dire au-dessus de 1500m et, d'après Fr. Couttet, cette *pomme de terre de haute altitude est recherchée comme semence pour la plaine* » (p. 85).

Il serait utile, et même urgent, d'entreprendre des essais comparés de sélection *en plaine* (2) et de sélection *en montagne*. On pourrait opérer, dans ce dernier cas, comme pour la Canne à sucre (contre le sereh), en trois étapes : à 1500m, à 800 et à 300m et après ces multiplications et sélections successives, les semences seraient distribuées en grand aux cultivateurs.

---

(1) Anderson (en 1778), Chancey (en 1794), Ryce (en 1796) avaient constaté que des plants provenant de milieux froids, de districts élevés, de la montagne, étaient meilleurs. Sutton (en Angleterre, en 1906), Macoun (au Canada, en 1918), Martinet (en Suisse, récemment) ont affirmé qu'aux hautes altitudes la Pomme de terre ne dégénère pas [Costantin, *La dégénérescence des plantes cultivées et l'hérédité des caractères acquis* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 10e série, 4, 1922, p. 267 à 297); *Cure d'altitude*, (*Ibid.*, 10e série, 6, 1924, p. 271 à 282)].

(2) J'ai été très surpris, en écoutant la Communication du 4 novembre à l'Académie d'Agriculture (voir plus haut), par le chiffre de 8000kg. La conversion des agriculteurs à une méthode qui donne cependant des résultats d'après des auteurs estimés, se ferait donc attendre; ou bien, si les types modifiés par la sélection de plaine ont été employés, les améliorations obtenues seraient-elles éphémères?

PHYSIOLOGIE. — *L'alimentation à la viande crue et à la viande cuite chez les poissons.* Note (¹) de MM. **Charles Richet, Öxner** et **J. Richard.**

Nous avons poursuivi au Musée océanographique de Monaco nos expériences sur l'alimentation des poissons (²). Les résultats ont été nets.

Sur six Tanudes (*Cantharus griseus* Cuv.) dont trois étaient nourries à la viande cuite, et trois à la viande crue, les poids ont été les suivants de 10 jours en 10 jours pendant 205 jours (poids rapportés à 100).

	Viande			Viande	
	crue.	cuite.		crue.	cuite.
10e jour	110	111	110e »	167	143
20e »	118	116	120e »	174	148
30e »	120	119	130e »	176	149
40e »	126	122	140e »	177	152
50e »	132	127	150e »	182	154
60e »	133	132	160e »	185	157
70e »	143	130	170e »	187	157
80e »	144	130	180e »	187	158
90e »	154	137	190e »	192	161
100e »	155	138	200e »	201	164
			205e »	208	165

Le 205e jour, une des Tanudes à la viande crue, ayant sauté hors du bac, est morte.

Alors l'expérience a pris fin, et l'on a interverti les régimes, c'est-à-dire que les Tanudes à la viande crue ont été nourries à la viande cuite (il n'en restait plus que deux) et les trois Tanudes à la viande cuite ont été nourries à la viande crue.

En rapportant à 100 le poids initial (soit 185g pour les deux Tanudes anciennement à la viande crue, et 165g pour les trois Tanudes anciennement à la viande cuite, on a centésimalement :

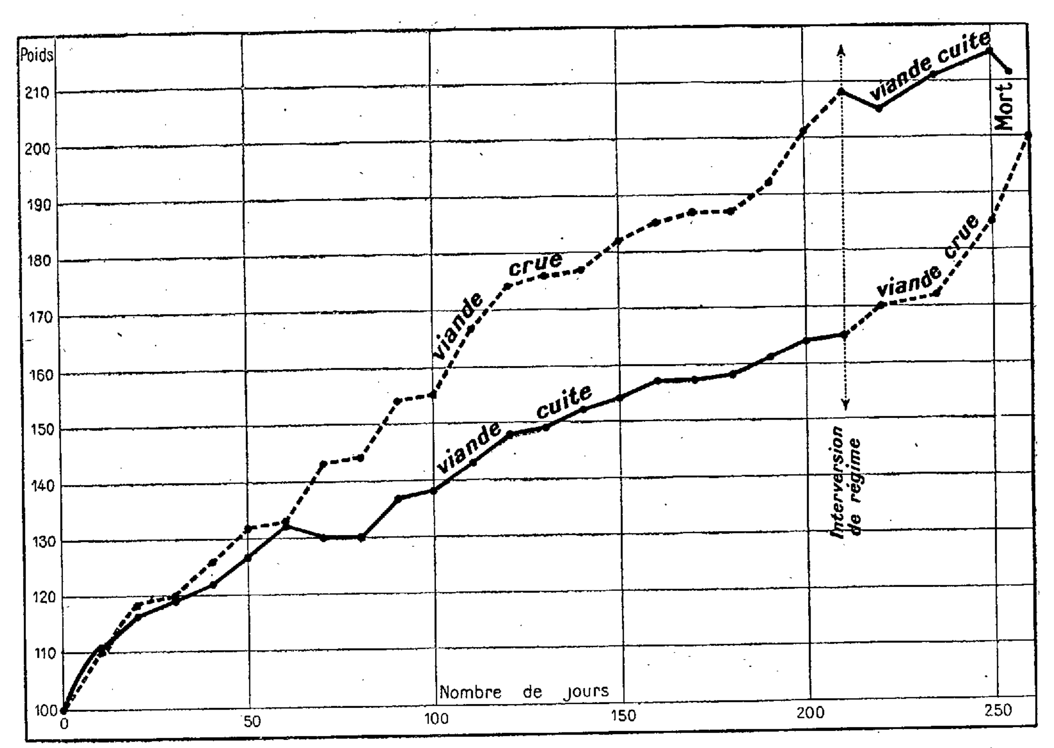
	Viande crue.	Viande cuite.
10e jour..........	103	98
25e »	104	105
40e »	113	111
57e »	123	109
58e »	123	0

(¹) Séance du 7 septembre 1925.

(²) Voir *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 405.

Ainsi l'interversion des régimes a eu ce double résultat. Les Tanudes qui ont passé de la viande cuite à la viande crue ont prospéré et ont eu un croît de 23 pour 100 en 58 jours; les Tanudes qui ont passé de la viande crue à la viande cuite, après avoir pendant quelques jours mangé avec voracité, sont mortes toutes les deux, et leur croît, avant la mort, n'a été que de 9 pour 100.

Le graphique ci-dessous indique nettement cet effet.



Aux abscisses les jours. Au 205e, comme l'indique la flèche, il y a eu interversion des régimes. Les poids sont rapportés à 100 (aux ordonnées). On voit que pendant les 50 premiers jours il n'y a presque pas eu de différence suivant l'alimentation. On remarquera l'ascension rapide du poids chez les Tanudes qui passent de la viande cuite à la viande crue.

On peut se demander pourquoi les Tanudes qui ont passé de la viande crue à la viande cuite sont devenues malades et sont mortes au 57e jour, alors que pendant 200 jours la viande cuite n'avait pas fait mourir les Tanudes. Il faut supposer que, par suite de la voracité avec laquelle elles se sont mises à manger, il s'est produit une sorte d'intoxication.

En tout cas l'expérience est décisive, et prouve, ainsi que nous l'avions déjà provisoirement établi, que la viande soumise à la cuisson, différente par conséquent de l'alimentation normale, entraîne, sinon toujours le dépé-

rissement et la mort, au moins une diminution dans la rapidité du croît.

Ainsi pour les Poissons, comme pour les Mammifères, la cuisson de la viande diminue sa valeur nutritive.

CHIMIE-PHYSIQUE. — *Influence des déformations sur les transformations de certains alliages légers à base d'aluminium.* Note (¹) de M. **Léon Guillet**.

Différents alliages légers à base d'aluminium acquièrent des propriétés intéressantes par une trempe faite vers 500° et un revenu, qui, dans certains cas, peut se produire dès la température ordinaire. On sait que ces phénomènes sont dus très probablement à la mise en solution de certaines combinaisons (Mg^2Si et Al^2Cu) par trempe et à leur précipitation à l'état très divisé par revenu.

Il m'a paru intéressant d'étudier l'influence de la pression sur ces transformations; pour cela, aussitôt après trempe, l'alliage a été soumis à un étirage par traction et, dans les résultats obtenus, j'ai cherché à connaître la part due à l'écrouissage inhérent aux déformations et la part due à l'influence de la pression. L'étirage a été obtenu en partant d'une barre de 25^{mm} de diamètre par passage dans des filières de 24, 22 ou 20^{mm} de diamètre; la vitesse d'étirage était de 4^{cm} par minute. Toutes les éprouvettes ont été trempées à 475° dans l'eau à + 15°.

Voici quelques-uns des résultats obtenus :

1° *Sur Duralumin.*

Nos des essais.	R.	E.	A %.	Σ.	Δ.
1	20,0	13,7	14,9	36,3	45
2	30,5	13,4	23,9	42,9	61
3	42,6	25,2	19,4	29,3	82
4	37,7	29,1	14,9	24,8	82
5	44,1	40,6	6,3	14,1	94
6	42,6	42,6	1,5	4,0	
7	42,6	32,8	16,4	25,7	96
8	46,2	43,6	6,0	18,2	101
9	46,2		2,2	8,3	
10	42,8	35,3	14,9	27,5	96
11	48,3		4,5	22,0	107
12	Cassé pendant l'étirage				

(¹) Séance du 3 novembre 1925.

Traitement : 1. Recuit avec refroidissement très lent [1]. — 2. Trempé à 475°, essayé aussitôt après trempe. — 3. Trempé à 475°, essayé 7 jours après trempe. — 4. Trempé à 475°, étiré à 24, essayé 4 heures après trempe. — 5. Trempé à 475°, étiré à 22, essayé 4 heures après trempe. — 6. Trempé à 475°, étiré à 20, essayé 4 heures après trempe. — 7. Trempé à 475°, étiré à 24, essayé après 7 jours. — 8. Trempé à 475°, étiré à 22, essayé après 7 jours. — 9. Trempé à 475°, étiré à 20, essayé après 7 jours. — 10. Trempé à 475°, vieilli durant 7 jours, étiré à 24. — 11. Trempé à 475°, vieilli durant 7 jours, étiré à 22. — 12. Trempé à 475°, vieilli durant 7 jours, étiré à 20.

2° *Sur alliage Aluminium-Cuivre-Manganèse* (Cu = 5,40; Mn = 1 %).

Nos des essais.	R.	E.	A %.	Σ.	Δ.
1	20,9	12,9	15,7	38	46
2	35,9	18,0	20,2	36,4	69
3	48,9	27,0	20,5	31,1	104
4	39	31	7,5	20	77
5	41	40	4,5	18	102
6	48,1	37,4	8,8	22	101
7	52,8	41,4	9,5	18,2	109
8	49,4	42,1	7,3	20,1	114
9	53,9	46,1	5,1	16,2	130

Traitement : 1. Recuit avec refroidissement très lent. — 2. Trempé à 545°, essayé après trempe. — 3. Trempé à 545°, revenu à 150°, durant 48 heures. — 4. Trempé à 545°, étiré à 24, essayé 4 heures après trempe. — 5. Trempé à 545°, étiré à 22, essayé 4 heures après trempe. — 6. Trempé à 545°, étiré à 24, revenu 48 heures à 150°. — 7. Trempé à 545°, étiré à 22, revenu 48 heures à 150°. — 8. Trempé à 545°, revenu 48 heures à 150°, étiré à 24. — 9. Trempé à 545°, revenu 48 heures à 150°, étiré à 22.

Ces résultats montrent que la déformation apportée par l'étirage active la transformation du duralumin. En effet, la barre étirée à 24^{mm}, essai n° 4, possède des propriétés voisines de celles données par le revenu normal de sept jours à la température ordinaire (essai n° 3), sans qu'il y ait une diminution importante des allongements. Ceci est confirmé par le fait que le métal recuit étiré dans les mêmes conditions à 22^{mm} ne donne plus que 9 pour 100 d'allongements. Cependant la déformation produite dans ces conditions n'amène pas une transformation complète, puisqu'un repos de sept jours à la température ordinaire apporte encore une augmentation de dureté (essai n° 7); dans les autres étirages il est impossible de faire la part de l'écrouissage et des transformations physico-chimiques de l'alliage. Les essais sur l'alliage aluminium-cuivre-manganèse ne donnent pas les mêmes résultats; il apparaît que l'étirage, même le plus faible, produit un

[1] Refroidissement de 465° à 130° en 12 heures.

écrouissage très notable, la limite élastique se rapprochant beaucoup de la charge de rupture et les allongements dominant très sensiblement (essai n° 4).

Dans ces recherches, le microscope n'apporte malheureusement aucune aide, les transformations ne s'accusant par aucun changement notable de la structure.

HYDRAULIQUE. — *Calcul du coup de bélier maximum dans une conduite alimentant une turbine à forte réaction pour une vitesse de fermeture constante.* Note de M. DE SPARRE.

J'ai donné [1] une formule pour calculer le coup de bélier lorsque la turbine alimentée par la conduite est à forte réaction, mais, si l'on se propose seulement de trouver le coup de bélier maximum dans le cas d'une vitesse de fermeture constante, on peut obtenir une formule plus simple de la manière suivante :

La vitesse de l'eau dans la conduite est donnée, d'une façon générale, par la formule

$$v = \lambda v_1 \sqrt{1-\varepsilon}, \tag{1}$$

où v_1 est ce que serait la vitesse de l'eau dans la conduite pour le distributeur complètement ouvert et s'il n'y avait pas de réaction, λ la fraction dont le distributeur est ouvert, ε le degré de réaction pour cette valeur de λ.

Ainsi que je l'ai fait voir, si le temps de fermeture total T est supérieur au temps [2]

$$\theta = \frac{2L}{a}$$

d'une oscillation de l'eau, le coup de bélier maximum, pour une vitesse de fermeture constante, se produit, dans le cas actuel, comme lorsqu'il n'y a pas de réaction, lorsque l'ouverture initiale est telle que la fermeture totale a lieu dans le temps θ.

Soient v' la vitesse de régime de l'eau dans la conduite pour cette ouverture du distributeur, λ' et ε' les valeurs correspondantes de λ et de ε, on aura, en vertu de (1),

$$v' = \lambda' v_1 \sqrt{1-\varepsilon'}.$$

---

(1) *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 425.

(2) L étant la longueur de la conduite et a la vitesse de propagation moyenne.

Mais la fermeture totale ayant lieu, à partir de cet instant, en un temps égal à θ, on aura, pour le coup de bélier ζ (1),

$$\zeta = \frac{av'}{g} = \frac{a\lambda' v_1\sqrt{1-\varepsilon'}}{g};$$

d'ailleurs, si

$$T = n\theta = \frac{2nL}{a},$$

on aura

$$\lambda' = \frac{1}{n} = \frac{2L}{aT}$$

et, par suite,

$$(2) \qquad \zeta = \frac{2Lv_1}{gT}\sqrt{1-\varepsilon'}.$$

Soient V la vitesse de régime de l'eau dans la conduite, pour le distributeur complètement ouvert, et ε_0 la valeur correspondante du degré de réaction, on a, en vertu de (1),

$$V = v_1\sqrt{1-\varepsilon_0},$$

et l'on déduit de (2), pour le coup de bélier maximum,

$$(3) \qquad \zeta = \frac{2LV}{gT}\sqrt{\frac{1-\varepsilon'}{1-\varepsilon_0}}.$$

S'il n'y avait pas de réaction le coup de bélier maximum serait

$$\zeta_1 = \frac{2LV}{gT}.$$

On voit donc que le coup de bélier maximum est, par suite de la réaction, multiplié par $\sqrt{\frac{1-\varepsilon'}{1-\varepsilon_0}}$.

Mais si la durée de fermeture totale comprend un nombre assez important de périodes, le degré de réaction ε' pour $\lambda' = \frac{1}{n}$ sera assez faible (2),

(1) On sait, en effet, que lorsque la fermeture a lieu en un temps égal ou inférieur à θ, le coup de bélier, quelle que soit la loi de fermeture, est

$$\frac{av_0}{g},$$

v_0 étant la vitesse dans la conduite au moment où la fermeture commence.

(2) ε' est nul pour $\lambda' = 0$, on peut d'ailleurs prendre en général, avec une approxi-

et l'on pourra, sans erreur notable, prendre $\varepsilon' = 0$, le coup de bélier maximum sera donc, *dans le cas d'une fermeture lente*, sensiblement multiplié par $\frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon_0}}$.

Or, dans les turbines normales, le degré de réaction ε_0, pour la turbine travaillant à pleine charge, s'écarte peu de 0,50 mais il peut, dans certains cas, aller jusqu'à 0,70 et même plus.

Comme pour $\varepsilon_0 = 0,50$, on a

$$\frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon_0}} = 1,414,$$

et, pour $\varepsilon_0 = 0,70$,

$$\frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon_0}} = 1,826.$$

On voit que la valeur du coup de bélier maximum dépassera, dans le premier cas de 40 pour 100 et dans le second cas de 80 pour 100, celle que l'on déduirait de la formule de Michaud.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'aire probable d'extension maxima de la mer aléotchadienne*. Note de M. **Jean Tilho**.

A 500^{km} au nord-est du Tchad, en plein désert, existent de grandes cuvettes, dont l'altitude est de 80^{m} inférieure à celle du lac, et dont on sait qu'elles étaient encore submergées vers la fin du XVIIIe siècle. L'hypothèse avait été envisagée que la pente descendante pût se continuer vers l'intérieur inexploré du désert libyque, peut-être jusqu'au Nil, par une trouée séparant les massifs montagneux du Tibesti et de l'Ennedi [1]; elle tirait quelque vraisemblance du fait que les cuvettes infra-tchadiennes paraissaient prolongées, dans la direction voulue, par une large vallée, l'Oued Mourdi, alors non visitée, mais dont on savait que les traces, encore visibles

---

mation suffisante, $\frac{1-\varepsilon'}{1-\varepsilon_0} = \frac{1}{1-\varepsilon_0(1-\lambda'^2)}$, de sorte que le coup de bélier de la formule Michaud se trouve en général multiplié par $\frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon_0(1-\lambda'^2)}}$.

[1] Cette hypothèse permettait d'expliquer d'une façon simple deux constatations zoologiques de ma précédente mission : 1° l'accentuation progressive du caractère nilotique de la faune malacologique des régions infra-tchadiennes, au fur et à mesure que l'on avance vers le Nord-Est; 2° l'existence dans le lac Tchad du *Palæmon niloticus* Roux, qui n'avait été rencontré, jusqu'alors, que dans le bassin du Nil.

au nord de l'Ennedi, se perdaient plus loin dans des massifs de dunes, au cœur du désert de Libye. Cette hypothèse, qui faisait du bassin du Tchad un ancien tributaire de celui du Nil, a dû être abandonnée, car j'ai constaté, après l'avoir exploré sur plus de 400^{km} au cours de mon dernier voyage, que l'Oued Mourdi a une pente nettement ascendante au fur et à mesure que l'on avance vers le Nord-Est; ses origines sont vers la jonction des hauts-plateaux de l'Ennedi et de l'Erdi, par 900^{m} environ d'altitude; de plus, je n'ai trouvé entre l'Erdi et le Tibesti aucune trouée par où aurait pu se déverser dans le bassin du Nil le trop-plein des eaux des cuvettes infra-tchadiennes. Ayant ainsi établi l'incontestable autonomie du bassin hydrographique dont le lac Tchad constitue le dernier vestige, j'ai recherché quelles furent les lignes de rivage de cette ancienne Caspienne africaine lors de sa plus grande extension et par quels tributaires elle était approvisionnée.

Quatre groupes de cuvettes allongées dans le sens ESE-WNW, chacun servant ou ayant servi de déversoir à un ou plusieurs systèmes hydrographiques distincts, occupent le fond de la zone déprimée de l'Afrique centrale; ce sont, en allant du Sud-Ouest au Nord-Est : la cuvette tchadienne (alt. 240^{m}), submergée en permanence sur la moitié environ de son étendue; l'Egueï (alt. 210^{m}), desséchée depuis un temps relativement long; les cuvettes du Djourab, Toro, Koro, Kiri (alt. 180 à 160^{m}), desséchées depuis un siècle et demi environ; la cuvette borkouane d'Aïn-Galakka à Faya (alt. 210^{m}), dont le dessèchement est un peu antérieur à celui du groupe précédent. Dans ces trois derniers groupes, une nappe aquifère souterraine, pratiquement intarissable, se rencontre à des profondeurs variant de $0^{m},50$ à 2^{m}, plus ou moins chargée, suivant les endroits, de sels en dissolution, avec prédominance, en général, du carbonate de soude et, plus rarement, du $NaCl$; on y trouve aussi, soit des vertèbres éparses, soit des squelettes entiers, bien conservés, de grands poissons d'eau douce. Entre le premier et le second groupe s'étend une plaine de sable couverte, dans sa moitié occidentale, de dunes fixées (Kanem), dont l'altitude maxima atteint $320\text{-}330^{m}$; entre le second et le troisième, s'étend également une plaine de sable, avec quelques vestiges de formations gréseuses et de nombreuses dunes vives, dont les crêtes ne dépassent pas l'altitude de $220\text{-}230^{m}$; entre le troisième et le quatrième, s'avance en forme de cap, un plateau gréseux dont l'altitude décroît de 340^{m} à 250^{m} environ (plateau d'Andébia); aucun point d'eau n'est connu dans le deuxième et le troisième intervalles.

L'ensemble de la zone déprimée se présente sous la forme d'un fond de bateau très aplati, large de 400^{km} environ et long de près de 800; sa partie la plus basse se trouve dans le Kiri (alt. 160^{m}), et le raccord avec la pénéplaine environnante (alt. 300^{m} en moyenne), se fait par un glacis à très faible pente, sauf au Borkou, où la limite est marquée par l'abrupt d'un plateau de grès de plus de 100^{m} de relief.

L'axe principal de cette immense dépression se trouve sur le prolongement commun des vallées de la Komadougou-Yoobé et de l'Oued-Mourdi, venant, l'une de l'Ouest-Sud-Ouest, l'autre, de l'Est-Nord-Est; il coupe sous des angles de 60 à 70° les axes des quatre groupes de cuvettes transversales dont il est parlé plus haut.

La submersion totale, jusqu'à une époque relativement récente, de cette zone déprimée, ressort nettement de l'aspect général du terrain : des dépôts argileux horizontaux, souvent parsemés de coquilles de mollusques lacustres, s'y rencontrent partout; la tradition indigène a conservé le souvenir d'une époque imprécise où la plus grande partie du Bornou était sous les eaux [1]; on trouve des amas de coquilles lacustres à plus de 10^{m} au-dessus du niveau du Tchad, au flanc de certaines dunes fixées du Manga, de la falaise de bordure de la cuvette du Kiri, et jusqu'au sommet de nombreux rochers du Borkou. Les lignes de rivage de l'extension maxima de cette zone submergée sont malaisées à déterminer, en raison des lacunes de la carte et de l'insuffisance des observations géologiques; en généralisant les constatations faites au cours de mon dernier voyage et des précédents, je serais porté à fixer provisoirement les limites de l'aire d'extension maxima de la mer paléo-tchadienne au contour dessiné par la courbe hypsométrique fermée d'altitude 260^{m}, celle du Tchad étant 240^{m}; sa forme générale est une ovale irrégulière, présentant vers sa partie médiane un étranglement causé par la presqu'île du Manga [2]; cette mer se trouvait ainsi divisée en deux lacs :

---

(1) Des indigènes du Bornou nous ont donné comme étymologie du nom de leur pays : « *Bouroum nouï* » signifiant *nappe d'eau disparue*.

(2) Le tracé de cette courbe peut se définir approximativement ainsi : partant de la Komadougou-Yoobé, un peu en aval de Doutchi, se dirige sur Ngourti en passant à l'ouest des dunes de Tal; contourne la partie sud du plateau du Manga, passe près du puits de Dira et à quelques kilomètres au nord des puits de Siltou et Yayo, suit un moment la bordure sud du plateau d'Andébia et rejoint les falaises du Borkou au nord d'Aïn-Galakka; longe ces falaises jusqu'à Faya; s'incurve vers le Sud pour passer à la lisière est des dunes de Bokalia et aux abords du puits de Koro-Toro; court le long de la crête de bordure du val Soro jusqu'en face de Salal, et au flanc du plateau du Har

celui du Sud-Ouest, peu profond (max. 25^{m} env.), présentait, dans le Sud des rives marécageuses et instables de vastes deltas et de grands golfes parsemés de hauts-fonds couverts de végétation palustre, tandis que ses côtes septentrionales se ramifiaient en lacis de canaux lagunaires serpentant parmi des îles et des presqu'îles sablonneuses. Le lac du Nord-Est, au contraire, où les profondeurs de 60^{m} à 100^{m} n'étaient pas rares, avait des contours plus francs; les oscillations cycliques et saisonnières du niveau n'y déterminaient que de faibles déplacements des lignes de rivage; aucune île ne surgissait dans l'intérieur du lac. L'ensemble de ces deux lacs couvrait une superficie d'environ 200000$^{km^2}$, représentant près des deux tiers de la mer Caspienne actuelle.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **H. Le Chatelier** est réélu et M. **G. Urbain**, en remplacement de M. *Haller*, décédé, est élu membre de la *Commission de contrôle de la circulation monétaire*.

COMMISSIONS.

M. le **Président du Conseil, Ministre de la Guerre**, et M. le **Ministre de la Marine** demandent à l'Académie de leur donner à nouveau son avis sur la protection des magasins à poudres et explosifs et des dépôts de munitions contre les effets d'induction des lignes électriques, les courants vagabonds, la chute éventuelle des câbles aériens et tout autre risque analogue.

---

jusqu'aux rochers d'Aouni; contourne la cuvette du Fitri, d'où elle va couper le Chari et le Logone à une quarantaine de kilomètres en amont de leur confluent; coupe la Yedseram en amont de Dikoa, et se referme sur la Komadougou-Yoobé en serpentant à travers les plaines argileuses du Bornou, à l'ouest de Koukawa.

Cette question est envoyée à une Commission qui comprendra : la Section de Physique, la Section de Chimie; MM. A. d'Arsonval, P. Painlevé, A. Blondel, P. Janet, E. Borel.

MÉMOIRES LUS.

OCÉANOGRAPHIE. — *Expédition océanographique de la mer Noire.* Note (¹) de M. J. **Schokalsky**.

Depuis 1923 l'Administration Générale d'Hydrographie de la Marine de l'U. R. S. S. a repris les travaux océanographiques dans la mer Noire en instituant en premier lieu, depuis février 1923, quatre fois par an des croisières le long du méridien de la pointe sud de la Crimée, pour étudier le régime saisonnier de la mer. Dans l'été de 1924 et 1925 (juin-juillet) deux expéditions océanographiques furent organisées par la même Administration Générale d'Hydrographie; elles furent placées sous ma direction. En 1924, la partie occidentale fut explorée au moyen de 28 stations océanographiques, et en 1925 toute la mer fut englobée par l'expédition, qui couvrit 2300 milles marins avec 72 stations. Chaque station comporte un sondage, une prise d'échantillon de fond, les déterminations de température, salinité, densité, quantité d'oxygène, d'hydrogène sulfurique, des ions hydrogène, de la couleur et transparence de l'eau, ainsi que des observations biologiques. Plus de 4200 observations furent accumulées et sont actuellement mises en œuvre.

Les données, obtenues précédemment durant les travaux des années 1923 à 1924, permettent d'énoncer les faits suivants :

Au point de vue océanographique, la mer Noire peut être divisée en deux couches, l'une superficielle jusqu'à environ 200^m et l'autre de 200^m jusqu'au fond. La partie supérieure possède de l'eau diluée par l'apport de nombreuses rivières, tandis que, de 200^m à 2000^m toute la masse de l'eau est plus salée et plus dense que celle de la couche supérieure, parce qu'elle est amenée de la mer de Marmara par le courant de fond du détroit du Bosphore.

(¹) Séance du 3 novembre 1925.

Ces conditions déterminent la distribution de tous les éléments océanographiques.

La température décroît en été et, en hiver, reste presque sans changement, environ jusqu'à 150^m; plus bas elle augmente de nouveau et à 2000^m on observe 8°,92-8°,95 C.; mais, au-dessous de 150^m, les variations saisonnières s'éteignent tout à fait.

La salinité croît depuis la surface jusqu'au fond (18 pour 1000 à 22-23 pour 1000), les variations dues aux saisons ne vont que jusqu'à 100^m.

La densité suit la même règle; de 11,2 à la surface, elle devient 17,4 à 2000^m. Les variations saisonnières s'arrêtent à 100^m.

Comme conséquence les courants de convection n'existent que dans une couche de 200^m de profondeur; au delà l'eau, étant toujours plus dense, ne peut remonter à la surface.

La distribution de l'oxygène étant subordonnée aux courants de convection, la limite inférieure de ce gaz se trouve au large à 150-160^m et, près des côtes, à 200^m environ. Depuis 200^m jusqu'à 2000^m, l'hydrogène sulfurique seul se trouve dans l'eau. De quantités minimes à la surface limite, il atteint 7$^{cm^3}$ par litre à la profondeur de 2000^m. Près des côtes les vents venant de la mer ou de la terre augmentent dynamiquement les courants de convection; par suite toutes les surfaces limites des éléments océanographiques se trouvent plus bas qu'au large, ainsi elles sont bombées au milieu de la mer.

Les études de l'eau de mer à différentes profondeurs permettent de supposer que l'hydrogène sulfuré provient principalement de la réduction des sulfates sous l'influence de la matière organique.

Les observations faites en 1925 dans le voisinage du Bosphore permettent d'espérer que, pour la première fois, on a atteint l'endroit où le courant de fond venant du Bosphore se déverse dans la mer Noire.

Les observations qu'on pourra faire en 1926 pourront préciser cette question.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° J. Vivielle. *La mission du chanoine Pingré à l'île Rodrigues en* 1761. (Présenté par M. Fichot.)

2° *La concentration en ions hydrogène de l'eau de mer. Le pH. Méthodes de mesure; importance océanographique, géologique, biologique*, par R. LEGENDRE. (Présenté par M. F. Henneguy.)

M. BENJAMIN JEKHOWSKY adresse un Rapport sur l'emploi qu'il a fait de la subvention accordée sur la *Fondation Loutreuil en* 1924.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un lemme de M. Poincaré.* Note [1] de M. GUNTHER, présentée par M. Hadamard.

1. En démontrant, dans un célèbre Mémoire *Sur les équations de la Physique mathématique*, le lemme sur la limite inférieure du rapport

$$\Omega = \left(\int_{(D)} \Delta_1 V\, d\tau\right) : \left(\int_{(D)} V^2\, d\tau\right) \tag{1}$$

($\Delta_1 V$, paramètre différentiel du premier ordre), Poincaré émet l'assertion que chaque domaine (D) non convexe peut être décomposé en m solides convexes [2], laquelle n'est pas légitime (exemple : un tore ou le domaine entre deux sphères concentriques). Plusieurs recherches importantes [3] sont ainsi privées de la généralité nécessaire jusqu'à une démonstration rigoureuse du lemme. L'analyse esquissée brièvement dans ce qui suit montre que le lemme est exact.

2. Nous supposons que le domaine (D) est limité par une surface (S) répondant aux trois conditions bien connues de Liapounoff. Formons un cube d'arête égale à A et contenant dans son intérieur le domaine (D). Divisons ce cube en q^3 cubes ayant des arêtes l assez petites. Dans chacun de ces derniers, les parallèles à une des arêtes coupent (S) en un seul point.

Nommons la direction de ces parallèles *principale* pour le cube et un des côtés du cube, perpendiculaire à la direction principale et convenablement choisi le côté *inférieur*. On peut répartir les cubes en quatre catégories :

1° Les cubes de première catégorie ont leurs côtés inférieurs à distance plus grande que 0,01 l des points de (S);

(1) Séance du 31 août 1925.

(2) *American Journal of Mathematics*, **12**, 1890, p. 259; *Rendiconti del Circolo di Palermo*, **2**, 1894, p. 79.

(3) Voir par exemple W. STEKLOFF, *Annales de l'École Normale*, **19**, 1902, p. 191.

2° Les cubes de deuxième catégorie sont adjacents par leurs côtés inférieurs aux cubes de la première catégorie;

3° Les cubes de la troisième catégorie sont adjacents par leurs côtés inférieurs à deux cubes dont le second est de la première catégorie;

4° Dans les cubes de la quatrième catégorie il y a trois directions principales.

D'après cela, on peut diviser le domaine (D) en domaines (δ) plus petits, ayant chacun une partie commune avec une des régions formées de la manière suivante : chaque région de la deuxième ou de la troisième catégorie est formée d'un cube de la deuxième, respectivement de la troisième catégorie et de ses adjacents; les régions de première et quatrième catégories sont formées avec les cubes résistants de la première et quatrième catégories. Il restera, cependant, encore quelques domaines, formés par quatre cubes, dont un est de troisième catégorie, formant un parallélépipède avec une arête égale à $2l$ que nous nommerons domaines mixtes.

3. On a, en répétant les raisonnements de Poincaré, dans (δ) :

$$(2)\qquad \Omega = \int_{(\delta)}\int_{(\delta)} \Delta_1 V\, d\tau\, d\tau' : \frac{1}{2}\int_{(\delta)}\int_{(\delta)} (V - V')^2\, d\tau\, d\tau',$$

si

$$\int_{(\delta)} V\, d\tau = 0, \qquad \begin{matrix} d\tau = dx\,dy\,dz \\ d\tau' = dx'\,dy'\,dz'. \end{matrix}$$

Si l'équation de (S) dans (δ) et l'équation de l'intersection de (S) avec xy, xy étant le côté inférieur de (δ) (si cette intersection existe) sont

$$(3)\qquad z = \varphi(x, y), \qquad y = \pi(x)$$

dans le cas d'un domaine de 1re, 2e ou 3e catégorie, posons

$$(4)\qquad x = l\xi, \qquad y = l\eta, \qquad z = \varphi(l\xi, l\eta)\zeta$$

$$(z = \varepsilon l \zeta, \qquad \text{si } \varphi(xy) \geqq \varepsilon l, \qquad \varepsilon = \text{numéro de catégorie de domaine}).$$

Dans le cas d'un domaine de quatrième catégorie, si (S) coupe xy, ainsi que dans le cas de domaine mixte, effectuons encore la transformation

$$(5)\qquad l\eta = \pi(l\xi)\eta_1.$$

Les intégrales étant étendues à un domaine convexe, introduisons avec Poincaré des coordonnées polaires ρ, ρ', φ, θ de pôle $(\mu, \nu, 0)$. On trouve

$$(6)\qquad \Omega \geqq \frac{L_1}{l^2}\, \frac{\displaystyle\int \left[\int_{\rho_0}^{\rho_1} d\lambda \left(\frac{\partial V}{\partial \lambda}\right)^2 I(\lambda) \int_{\rho_0}^{\rho_1} d\rho\, I(\rho)\,(\lambda - \rho)^2\right] \sin\theta\cos\theta\, d\mu\, d\nu\, d\varphi\, d\theta}{\displaystyle\int \left[\int_{\rho_0}^{\rho_1} d\lambda \left(\frac{\partial V}{\partial \lambda}\right)^2 \int_{\rho_0}^{\lambda} d\quad(\rho) \int^{\rho_1} d\rho'\quad(\rho')(\rho' - \rho)^3\right] \sin\theta\cos\theta\, d\mu\, d\nu\, d\varphi\, d\theta},$$

$$I(\rho) = \varphi((l\xi, l\eta) \qquad \text{ou} \qquad I(\rho) = \varphi[l\xi, \pi(l\xi)\eta).\pi(l\xi), \qquad V = V(\rho),$$

ρ_0 u ρ_1 étant les limites d'intégration, parfaitement déterminées quand on donne μ, ν, φ, θ. Il suit de là qu'il reste à limiter le rapport

$$(7) \qquad \Xi = \int^{\lambda} d\rho\, \mathrm{I}(\rho) \int_{\lambda}^{\rho_1} d\rho'\, \mathrm{I}(\rho')(\rho' - \quad)^3 : \quad \mathrm{I}(\lambda) \int_{\rho_1}^{\rho_0} \mathrm{I}(\rho)(\lambda - \rho)^2\, d\rho.$$

4. Pour les domaines de 1re, 2e ou 3e catégorie, cela est évident, car $\mathrm{I}(\rho)$ surpasse $0{,}01\, l$. Dans les autres cas, les inégalités

$$\alpha < |\varphi'_x| < \beta, \qquad \alpha < |\varphi'_y| < \beta$$

(la seconde seulement dans le cas d'un domaine mixte) donnent

$$(8) \qquad \begin{gathered} g + \alpha\omega(\rho) < \pi(\rho) < g + \beta\omega(\rho), \qquad g > 0, \\ \omega(\rho) = m + n(\rho_1 - \rho) \quad \text{ou} \quad \omega(\rho) = m + n(\rho - \rho_0); \qquad m > 0, \quad n > 0, \\ \alpha\pi(\rho)\theta(\rho) < \varphi(\rho) < \beta\pi(\rho)\theta(\rho), \end{gathered}$$

où $\theta(\rho)$ est de même forme que $\omega(\rho)$, et

$$(9) \qquad \alpha\pi^2(\rho)\theta(\rho) < \mathrm{I}(\rho) < \beta\pi^2(\rho)\theta(\rho).$$

Dans le cas où (S) ne coupe pas XY, $\mathrm{I}(\rho)$ vérifie l'inégalité (8); dans le cas d'un domaine mixte, $\pi(\rho)$ surpasse $0{,}01\, l$.

En utilisant le théorème de Bonnet-Weierstrass, on trouve aisément

$$\Xi < \mathrm{K} \int_{\rho}^{\lambda} d\rho\, \mathfrak{S}_2(\rho) \int_{\lambda}^{\rho_1} d\rho'\, \mathfrak{S}_1(\rho')(\rho' - \rho)^3 : \int_{\rho_0}^{\rho_1} \mathfrak{S}_1(\rho)\, \mathfrak{S}_2(\rho)(\lambda - \rho)^2\, d\rho,$$

$\mathfrak{S}_2(\rho)$ étant un polynome décroissant, $\mathfrak{S}_1(\rho)$ un polynome croissant et le degré de $\mathfrak{S}_1(\rho)\, \mathfrak{S}_2(\rho)$ ne surpassant pas 3.

L'étude du dernier rapport montre facilement qu'il est borné.

5. On termine la démonstration du lemme comme le fait Poincaré.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque sur la manière dont peuvent être engendrées les fonctionnelles isogènes.* Note de M. **Mandelbrojt**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Dans une Note antérieure [1], j'ai indiqué le principe qui permet de considérer les fonctionnelles isogènes comme étant engendrées par un « pro-

---

[1] *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 656. Dans la Note citée nous n'avons pu, faute de place, parler de la classe (C').

longement analytique » des fonctions monogènes sur une surface. Il s'agit, dans la Note actuelle, que si l'on considère les fonctions monogènes définies pour un ensemble partout dense F de points de la surface de manière que la monogénéité ait lieu par rapport à un ensemble $\mathcal{E}(Q)$, également partout dense, et situé dans le voisinage de chaque point Q d'un sous-ensemble E_1 de F, $\Big[$c'est-à-dire que l'expression $\lim \frac{\varphi(Q')-\varphi(Q)}{f(Q')-f(Q)}$ soit bien déterminée pour chaque point fixe Q appartenant à l'ensemble E quand Q' s'approche de ce point en passant par les points de l'ensemble $(\mathcal{E}Q)$, avec $E_1 < F\Big]$, alors *on peut construire effectivement* une classe (C') de courbes fermées qui correspond à la classe (C) de la Note citée. Les courbes C' appartenant à la classe (C') définie pour l'ensemble F, jouissent par rapport à chaque point Q de l'ensemble E_1 des mêmes propriétés limites [quand on s'approche de Q par les points de l'ensemble $\mathcal{E}(Q)$] dont la classe (C) jouissait pour tous les points de la surface.

Par le fait que l'existence de la classe (C') est assurée, cette généralisation des fonctions monogènes est importante pour l'étude des propriétés des fonctionnelles isogènes, car la proposition de la page 637 de la Note citée a maintenant encore un sens si nous modifions d'une manière évidente son énoncé, comme l'exige l'introduction des ensembles E_1 et $\mathcal{E}(Q)$.

Soient $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ les coordonnées d'une surface S exprimées en fonctions de deux paramètres u et v.

Soit (u_1, v_1), (u_2, v_2), ..., (u_n, v_n), ... un ensemble dénombrable de points du plan des uv, et soit E_1 l'ensemble correspondant de la surface S.

Soit maintenant C'_1 une courbe fermée qui a avec la surface S un seul point de contact Q_1 dont les coordonnées sont $x(u_1, v_1)$, $y(u_1, v_1)$, $z(u_1, v_1)$.

Soit $\mathcal{E}(Q_1)$ un autre ensemble dénombrable partout dense situé dans le voisinage du point Q_1 et n'ayant pas de points communs avec E_1.

Q_1 étant un point quelconque de cet ensemble on peut construire les courbes $C'(Q'_1)$ de manière que $(\overline{AB})_{C'(Q'_1)}$ et $(\overline{AB})_{C'(Q_1)}$ tendent vers zéro quand Q'_1 tend vers Q_1 (voir la Note citée).

Comme les ensembles $\mathcal{E}(Q_1)$ et E_1 n'ont pas de point commun, on peut faire la même opération par rapport au point $Q_2[x(u_2, v_2), y(u_2, v_2), z(u_2, v_2)]$ en introduisant un ensemble $\mathcal{E}(Q_2)$ n'ayant pas de point commun avec aucun des deux ensembles E_1 et $\mathcal{E}(Q_1)$, et ainsi de suite, tout en supposant que toutes les courbes de la classe (C') ont un arc commun.

On peut ainsi construire une classe (C') définie pour tous les points de l'ensemble

$$F = E_1 + \mathcal{E}(Q_1) + \mathcal{E}(Q_n) + \ldots.$$

Les deux fonctions des points $\varphi(Q)$ et $f(Q)$ de cet ensemble, qui définissent la trace de deux fonctionnelles isogènes entre elles et définies pour toutes les courbes fermées, peuvent être considérées comme monogènes entre elles en un sens généralisé qui rappelle la monogénéité d'une fonction de la variable imaginaire introduite par M. Borel, par le fait qu'on n'y considère que les points extérieurs par rapport auxquels la monogénéité a lieu.

Si les valeurs $\varphi(Q)$ et $f(Q)$ définies pour l'ensemble F coïncident respectivement avec les valeurs de $\varphi_0(Q)$ et $f_0(Q)$ de deux fonctions monogènes entre elles dans le sens ordinaire sur un morceau de la surface S, on peut dire que les fonctionnelles isogènes correspondantes sont engendrées par le prolongement analytique dans le sens que j'ai indiqué dans la Note précédente.

La remarque sur l'unicité du prolongement subsiste dans ce cas.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la dynamique des nébuleuses spirales.* Note de M. **Const. Parvulesco**, présentée par M. H. Andoyer.

La détermination de la trajectoire par les conditions initiales doit être abandonnée, pour un moment, dans le cas des nébuleuses spirales, car ces conditions sont peu connues, et le potentiel dépend aussi du temps (t), par suite des mouvements intérieurs, différents d'un régime permanent.

Les théorèmes du potentiel dépendant aussi de t (1), ne suffisent pas non plus à résoudre le problème.

Mais les spirales nous dessinent les trajectoires, ce qui peut nous aider dans le problème, en cherchant inversement quelles sont les conditions dynamiques à leur intérieur, connaissant leur structure.

Comme l'on sait, une courbe plane est entièrement définie par une relation entre l'arc (S) et le rayon de courbure (R). Considérant que cette courbe est la trajectoire d'un mobile, et que l'arc, comme le rayon de courbure, sont exprimés en fonction de $t\,[S = f(t),\ R = \varphi(t)]$, les expressions de la vitesse (v), de l'accélération tangentielle (γ_T), et de l'accélération normale (γ_N), en résultent immédiatement.

En variant les formes des fonctions $f(t)$ et $\varphi(t)$, on peut obtenir autant de courbes que l'on veut, de même allure que celles des bras d'une spirale

(1) Mayer, *Mathem. Ann.*, 13, 1878, p. 20.

et différentes entre elles. Certaines de ces courbes peuvent représenter des fractions des courbes observées dans les spirales et peuvent donc nous renseigner sur les conditions dynamiques, dans diverses régions, spécialement sur la distribution des vitesses et des accélérations dans chaque spirale.

Supposons, d'une façon assez générale, que l'arc croisse comme une puissance de t, et que le rayon de courbure varie lui-même comme une puissance du temps,

$$S = c_1 t^p, \qquad R = c_2 t^q \qquad (c_1,\ c_2,\ p \text{ étant positives}).$$

On a

$$v = c_1 p t^{p-1}, \qquad \gamma_T = c_1 p (p-1) t^{p-2}, \qquad \gamma_N = \frac{c_1^2 p^2}{c_2} t^{2p-q-2}.$$

Dans le voisinage du noyau et dans une région restreinte, on doit avoir $p = q$, en jugeant d'après l'aspect des spirales, car là les particules décrivent des arcs d'une spirale logarithmique d'après les observations de von Palen (¹) et Dr Groot (²). Alors, le rapport $\gamma_T : \gamma_N$ reste constant et l'arc décrit est proportionnel à R.

Dans les régions où les spires observées sont représentées par des courbes pour lesquelles $p = q$ et plus grands que 1, s, R, de même que v, croissent avec t croissant, ce qui paraît se produire dans les spirales, jusqu'à une certaine distance du noyau, et ce que Pease a trouvé spectroscopiquement dans l'Andromède (³).

Dans les régions où p et q seraient égaux entre eux et plus grands que 2, même les accélérations croissent avec t, ce qui impliquerait alors là, en dehors de la gravitation, l'existence d'autres forces, répulsives, à l'intérieur de la spirale. Des observations rigoureuses sur les formes géométriques des spirales pourraient donc élucider ce problème.

Dans les régions périphériques, il faut nécessairement que $0 < p < 1$ et $q < 0$, car v, de même que R, doivent décroître quand t augmente, sans quoi la masse des spirales ne se conserverait pas. Dans ces conditions, l'exposant de t dans γ_T est compris entre -1 et -2, celui de t dans γ_N est supérieur à -2, et les accélérations décroissent là.

Dans les régions où $p = 1$ et $q = 0$, la vitesse reste constante de même que γ_N et R; $\gamma_T = 0$, et le mouvement s'effectue uniformément sur un

---

(¹) *Ast. Nach.*, Bd, 188, 1911, p. 250.
(²) *Month. Not.*, 85, 1925, p. 535.
(³) *Nat. Acad. Wash.*, 4, 1918, p. 21.

cercle. Ces conditions peuvent être réalisées également dans les régions périphériques.

Réciproquement, on pourra en conclure des formes possibles pour les trajectoires, en considérant γ et γ_N comme fonctions arbitraires de t.

En redressant les images des spirales et en étudiant les formes géométriques des spires, principales ou secondaires, on peut obtenir des informations précieuses sur les conditions mécaniques et sur la distribution des vitesses et des accélérations à l'intérieur de ces systèmes, indépendamment de toute analyse spectroscopique, ou des mouvements propres observés. De même, la comparaison de ces trois voies d'investigation sera aussi instructive pour la connaissance de leur constitution.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la distribution du plankton de la mer Noire*, Note (¹) de M. **B. Nikitine**.

Ayant participé aux recherches océanographiques de la mer Noire, entreprises par l'Administration générale d'Hydrographie de la Marine de l'U. R. S. S., et nous basant aussi sur les travaux biologiques poursuivis de longue date dans les régions littorales par la Station biologique de Sébastopol, nous pouvons énoncer les faits suivants.

En ce qui concerne le benthos, on peut affirmer que la vie du fond disparaît vers 200-225^{m}.

La limite inférieure du plankton, établie pour la première fois par nos pêches durant les recherches océanographiques citées plus haut, peut être fixée à 200^{m}. A cette profondeur on ne trouve que des cadavres de *Copepoda*, *Chætognatha*, *Noctiluca*, *Ceratium*, *Coscinodiscus*, etc., ainsi que des flocons de substance organique en décomposition. Au large de la mer, cette surface limite de la vie remonte à 150-160^{m}, et quelquefois même à 120-110^{m} dans la partie orientale de la mer. Les formes planktoniques à ces profondeurs sont peu nombreuses : *Calanus finmarchius*, *Pseudocalanus elongatus*, rarement *Oithona similis* Claus (celle-ci signalée pour la première fois dans la mer Noire), et *Sagitta Euxena*, des larves de *Polychæta* et un certain nombre de *Coscinodiscus* et de *Ceratium tripos*.

Les causes d'une pareille limitation dans la distribution verticale du plankton sont dues aux conditions du régime océanographique de la mer Noire, exposé dans la Note de M. J. Schokalsky (voir page 647). Cette

(¹) Séance du 3 novembre 1925.

limite dans la distribution verticale du plankton divise la mer en deux couches : la couche supérieure, de 125 à 250^{m} d'épaisseur, où toute la vie organique est concentrée; et la couche inférieure, entre 200^{m} et 2000^{m}, peuplée de bactéries, produisant le gaz sulfhydrique.

Dans la couche supérieure le plankton est de beaucoup plus riche jusqu'à 50^{m}, ce qui dépend de la pauvreté relative en oxygène des couches au-dessous de 50^{m}.

Le plankton pélagique est très uniforme dans la partie orientale de la mer, mais la quantité de plankton varie beaucoup de station en station.

En juin-juillet, les formes prédominantes du zooplankton superficiel sont : les Cladocères, *Evadne Nordmanni* Loven et *Podon polychemoides* Leuck.; les Copépodes, les Chætognathes, les Cœlentérés, les Appendiculaires. Les Protozoaires sont représentés par un grand nombre de *Noetiluca milaris* Sur. et de *Tintinnoidea*.

Le phytoplankton superficiel, abondant au commencement de l'été, est représenté par *Rizolenia alata* Brightw., différents *Chætoceres* et un grand nombre de *Thalassiothrix nitzschioides* Grun et quelques *Cerataulina* Berg. et *Coslinodiscus*. Les Dinoflagellés sont représentés par de nombreux *Peridinium diverg*. Ehrb., *Ceratium furca* Ehrb. et de moins nombreux *Ceratium fusus* Ehrb.

Le zooplankton d'hiver est très pauvre, il ne contient point de *Cladocera*, *Centropages*, *Pontella*, *Anomalocera*, *Sagitta setosa*, très peu de *Noctiluca* et *Tintinnoidea*.

Le phytoplankton d'hiver n'est pas riche non plus.

La cause principale qui influe sur la distribution verticale du zooplankton est la température.

Dans le cas du phytoplankton, outre la température il y a encore les variations de la quantité d'azote inorganique, de phosphates et de sels de silicium et enfin la corrélation quantitative entre les bicarbonates et le gaz acide carbonique, ainsi que la concentration des ions hydrogène.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Magnétochimie des chaînes fermées.*

Note de M. **Paul Pascal**, présentée par M. H. Le Chatelier.

J'ai montré [1] que la désaturation progressive d'une chaîne carbonée ou azocarbonée donnait lieu à une dépréciation croissante du diamagnétisme, à condition de ne pas aboutir à la structure nucléaire, caractérisée au con-

---

[1] *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1596.

traire par une exaltation diamagnétique. La démonstration était basée sur l'étude des chaînes ouvertes ou fermées à six éléments, telles qu'on les rencontre dans le cyclohexane, le cyclohexène, le cyclohexadiène, la pipérazine et leurs dérivés, par opposition avec les diazines, les triazines et les benzéniques, tous à structure nucléaire.

Je voudrais montrer que ces propriétés s'étendent aux chaînes de longueur quelconque en discutant les susceptibilités moléculaires χ_m de quelques corps préparés spécialement dans ce but. Dans notre tableau de nombres, Δ représentera la part contributive de la non-saturation; c'est la différence entre la valeur expérimentale de χ_m et celle qu'on déduit des règles ordinaires d'additivité.

	Squelette.	$-10^{-7}\chi_m$.	Calculé.	$10^7\Delta$.	Moyenne.
Triméthylènedicarboxylate d'éthyle	C / C—C	1104	1140	+36	+34
Acétyltriméthylènecarboxylate d'éthyle		892	925	+33	
Triméthylènetétracarboxylate d'éthyle		1891	1925	+34	
Tétraméthylènedicarboxylate d'éthyle	C—C / C—C	1246	1252	+13	+11
Acétyltétraméthylènecarboxylate d'éthyle		1034	1043	+ 9	
Cyclopentane	C / C C / C—C	590	592	+ 3	+ ε
Cyclopentanol		640	939	— 1	
Cyclopentanone		515	517	+ 2	
Acide camphorique		1298	1296	— 3	
Urazol	N / C C / N—N	462	469	+ 7	
Camphylamine	C / C C / C=C	1220	1212,5	— 7,5	
3-méthylpyrazolone	N / N C / C—C	508	509,5	+ 1,5	
Diméthylpyrazol	N / C N / C—C	562	645	+83	
Méthyldiphénylglyoxaline	C / N N / C=C	1432	1510	+78	

La désaturation progressive fait donc encore baisser le diamagnétisme, et la netteté avec laquelle elle apparaît dans le champ magnétique dépend, tout autant que ses répercussions chimiques, du nombre n d'atomes de la chaîne fermée. En particulier, dans les polyméthyléniques, Δ prend en fonction de n les valeurs suivantes :

n.	3.	4.	5.	6.
$10^7.\Delta$	34	11	ε	30

Les pentaméthyléniques, qui se comportent sensiblement comme des carbures saturés vis-à-vis des réactifs chimiques, paraissent également tels au point de vue magnétique; et cette allure subsiste, soit quand on remplace deux ou plus de deux atomes de carbone par autant d'atomes d'azote, soit quand on introduit une double liaison.

Il n'est pas sans intérêt d'évoquer à ce sujet la théorie des tensions de Baeyer, pour qui la représentation tétraédrique des atomes de carbone implique une déformation négligeable de leur alignement normal lors de la fermeture des chaînes pentaméthyléniques.

Mais l'on peut aller plus loin, au moins pour les trois premiers types. Les dépréciations correspondantes du diamagnétisme moléculaire : $+34.10^{-7}$; $+11.10^{-7}$ et $+\varepsilon.10^{-7}$, y varient très exactement comme les torsions : 24°,44'; 9°,44' et 0°,44' que la théorie de Baeyer impose à la chaîne carbonée normale lors de sa fermeture sur elle-même.

Les autres constantes physico-chimiques n'ont jamais rien donné d'aussi net sur ce point, et nous fournissons, croyons-nous, le premier exemple d'une sorte de justification quantitative de la théorie.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Ondes de choc et combustion résiduelle irréversible.* Note (¹) de M. E. **Jouguet**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

I. Dans mon Mémoire *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz* (²), j'ai ébauché l'étude des ondes de choc et combustion dans lesquelles la combustion est incomplète et qui sont suivies d'une combustion résiduelle irréversible. Je n'ai pas reproduit cette étude dans ma *Mécanique des explosifs* parce que, à cette époque, je n'en voyais pas, dans les phénomènes, d'application précise. Les expériences récentes de M. Audibert et

(¹) Séance du 3 novembre 1925.

(²) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 6e série, 2, 1906, p. 22.

de M. Laffitte semblent indiquer que de telles ondes jouent un rôle dans la détonation des explosifs solides et dans la période d'établissement de l'onde explosive dans les gaz [1]. Cette circonstance m'a déterminé a revenir sur leur théorie.

II. L'état du fluide peut se représenter par un point de coordonnées s entropie, σ volume spécifique, α variable chimique. Puisqu'une combustion partielle se produit à l'intérieur de l'onde, c'est que la vitesse de réaction $\frac{d\alpha}{dt}$ y a des valeurs énormes. Dans la combustion résiduelle, cette vitesse est encore très grande sans être énorme. Le passage des vitesses très grandes aux vitesses énormes est sans doute continu, mais probablement rapide. En première approximation nous admettrons qu'il se produit brusquement sur une surface Π' de l'espace s, σ, α; que, à l'intérieur de cette surface, la vitesse de réaction est pratiquement infinie, mais que, à l'extérieur, elle est donnée par $\frac{d\alpha}{dt} = g(s, \sigma, \alpha)$.

L'onde fait passer le fluide brusquement d'un état 1 à un état 2. L'état 2 est situé sur la surface Π'. Pour un point de cette surface la pression $p(s, \sigma, \alpha)$ et l'énergie interne $\varepsilon(s, \sigma; \alpha)$ deviennent des fonctions $P(s, \sigma)$ et $\Upsilon(s, \sigma)$ de s et de σ.

Considérons une onde plane. On peut étendre au cas actuel les raisonnements développés dans ma *Mécanique des Explosifs*, art. 232 et suivants sur l'accélération des ondes. Adoptons les notations de cet Ouvrage, en désignant toutefois par G'_x la dérivée partielle d'une fonction G par rapport à x. On démontre les formules

$$\left(3 + \frac{p_2 - p_1}{\sigma_2 - \sigma_1}\,\frac{N}{M}\right)\frac{\delta p_2}{\delta t} = \frac{2}{\sigma_2^2}\,\frac{d\sigma_2}{dt}\left(D_2^2 + \sigma_2^2\,\frac{dp_2}{d\sigma_2}\right),$$

$$\frac{\delta D_1}{\delta t} = \frac{\Upsilon'_{\sigma_2}}{u_2 - u_1}\,\frac{\sigma_1}{\sigma_2^2}\,\frac{D_2^2 - F^2}{M}\,\frac{\delta p_2}{\delta t}.$$

On a posé

$$M = 2\left(\Upsilon'_{s_2} P'_{\sigma_2} - \Upsilon'_{\sigma_2} P'_{s_2} - \frac{p_1 + p_2}{2} P'_{s_2}\right), \qquad N = 2\,\Upsilon'_{s_2} + (\sigma_2 - \sigma_1) P'_{s_2},$$

$$F^2 = -\,\sigma_2^2\left[P'_{\sigma_2} - \frac{P'_{s_2}}{\Upsilon'_{s_2}}\left(\Upsilon'_{\sigma_2} + p_2\right)\right].$$

F est la valeur qu'aurait la vitesse des ondes d'accélération dans le fluide 2 si le gaz y brûlait en restant sur la surface Π'.

---

(1) Voir *Comparaison de la théorie de l'onde explosive avec quelques expériences récentes* (*Comptes rendus*, 181, 1925, p. 546).

III. La combustion résiduelle, qui est adiabatique, a pour accélération

$$\frac{d^2\alpha_2}{dt^2} = \left(g'_{\alpha_2} - g'_{s_2}\frac{\varepsilon'_{\alpha_2}}{\varepsilon'_{s_2}}\right) g + g'_{\sigma_2}\frac{d\sigma_2}{dt} = \mathrm{A}g + g''_{\sigma_2}\frac{d\sigma_2}{dt}.$$

Sa courbe représentative reste à l'extérieur de II' ou tend à pénétrer à son intérieur suivant que $\frac{d^2\alpha_2}{dt^2}$ est négatif ou positif. D'ailleurs $g'_{\sigma_2} < 0$, car une compression adiabatique à α constant provoque en général un accroissement de la vitesse de réaction.

Premier cas : $\mathrm{A} > 0$ (l'état 2 est explosif à volume constant au sens de Duhem). — Tant que la détente du fluide en arrière du front est assez rapide $\left(\frac{d\sigma_2}{dt}\text{ positif et assez grand}\right)$ on reste à l'extérieur de II'. On a alors

$$\frac{dp_2}{d\sigma_2} = p'_{\sigma_2} + p'_{\alpha_2} - p'_{s_2}\frac{\varepsilon'_{\alpha_2}}{\varepsilon'_{s_2}} g \frac{dt}{d\sigma_2}.$$

Pour qu'une onde ait une vitesse uniforme, il faudrait que $\frac{\partial p_2}{\partial t}$ fût nul. Cela ne peut avoir lieu si les conditions aux limites et la détente en arrière du front sont quelconques.

Si, à un moment donné, la détente devient trop lente, le point représentatif pénètre de plus en plus à l'intérieur de II'. La combustion résiduelle dégénère en combustion instantanée et l'onde explosive proprement dite doit se former.

Ce cas doit être celui des ondes préliminaires qui, dans les expériences de M. Laffitte, précèdent l'onde explosive dans un mélange gazeux enflammé par une étincelle électrique. La transformation de ces ondes en onde explosive est favorisée par tout ce qui s'oppose à la détente en arrière du front, par exemple par la résistance des parois. Cela explique qu'elle se produise plus vite dans les tubes étroits que dans les larges.

Deuxième cas : $\mathrm{A} < 0$ (l'état 2 n'est plus explosif à volume constant). — On reste à l'extérieur de II' tant que $\frac{d\sigma_2}{dt}$ est supérieur à une certaine limite négative. S'il dépasse cette limite, le mécanisme analysé dans l'article 116 de *Mécanique des Explosifs* maintient le point représentatif sur II' au cours de la combustion résiduelle. $-\sigma_2^2\frac{dp_2}{d\sigma_2}$ est alors égal à F^2. On peut concevoir une onde où $\mathrm{D}_2 = \mathrm{F}$, à célérité uniforme, indifférente aux conditions aux limites et à la manière dont le fluide se comprime en arrière du front. Mais cette onde, supposant une compression du fluide après le front, doit être fort rare.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la viscosité à chaud de quelques alliages.* Note [1] de MM. **J. Cournot** et **K. Sasagawa**, présentée par M. Léon Guillet.

Des recherches récentes effectuées par P. Chèvenard, H. et F. Le Chatelier, Dickenson, Lea, il résulte que lorsqu'on tractionne un alliage, à température élevée, sous des charges inférieures à la charge de rupture, le métal s'allonge avec une vitesse qui tend rapidement vers une valeur constante caractéristique de la température et de la charge utilisée. A une température donnée, cette valeur s'annule pour les tractions effectuées au-dessous d'une certaine charge; cette charge représente donc la limite de viscosité à la température envisagée.

Afin de préciser ces données, nous avons construit un appareil répondant aux conditions suivantes : essai de l'alliage sous forme d'un fil de diamètre suffisant (1^{mm}) pour éviter les défauts d'homogénéité et les altérations chimiques; dispositif de traction permettant la réalisation d'un effort constant malgré la réduction de section du fil; enregistrement automatique de la courbe allongements-temps.

Nous avons ainsi déterminé, à différentes températures, les vitesses d'écoulement sous divers efforts et les limites de viscosité, pour les alliages suivants, particulièrement intéressants à ce point de vue en raison de leurs emplois industriels : aciers ordinaires doux et demi-doux, acier rapide à 14 pour 100 de tungstène, alliage fer-nickel-chrome à 63 pour 100 de nickel et 11 pour 100 de chrome, acier silicium-chrome à 2 pour 100 de silicium et 12 pour 100 de chrome environ.

Si l'on envisage les vitesses d'écoulement, les caractéristiques sont très supérieures pour les alliages spéciaux; voici en effet, à la température de 600°, les charges (en kg/mm²) nécessaires pour passer de la limite de viscosité à une vitesse d'écoulement de 16.10^{-4} mm/heure (éprouvette de 100^{mm} de longueur et 1^{mm^2} de section initiales) :

Acier ordinaire doux	4,2 à 5,2
Acier ordinaire demi-doux	4,3 à 5,6
Acier rapide	14,0 à 19,0
Alliage fer-nickel-chrome	32,0 à 36,0
Acier silicium-chrome	30,0 à 35,5

---

[1] Séance du 3 novembre 1925.

Quant aux limites de viscosité, les résultats sont groupés dans le tableau suivant :

	350°.	400°.	450°.	500°.	550°.	600°.	700°.	800°.	850°.
Acier ordinaire doux......	31	20	"	8	"	4	"	"	"
Acier ordinaire demi-doux.	32	21	"	9	"	4	1	"	"
Acier rapide.............	"	"	49	30	"	14	7	2	"
Alliage nickel-chrome-fer.	"	"	"	"	42	32	17	7	3
Acier silicium-chrome.....	"	"	"	60	45	30	8	1	"

Si l'on trace, en fonction de la température, les courbes figuratives de ces variations et qu'on les rapproche de celles bien connues des charges de rupture, on observe que les courbes de viscosité prolongées couperaient sensiblement celles des charges de rupture aux maxima présentés par ces dernières à des températures variant suivant les aciers entre 300° et 500°; cela expliquerait l'abaissement des charges de rupture au delà de ces températures. Les courbes de viscosité tombent ensuite avec une très grande rapidité, ce qui souligne la nécessité d'un contrôle précis de la température pour certaines utilisations industrielles dans ces régions des courbes, en même temps que l'importance de ces caractéristiques de viscosité pour un choix convenable des alliages à employer : à 700°, par exemple, alors que pour l'acier doux la charge de rupture est de 11, la limite de viscosité est de 1; pour l'acier rapide, cette correspondance va de 36 à 7; pour l'alliage fer-nickel-chrome, de 42 à 17. On voit également que l'acier rapide est très supérieur aux aciers ordinaires et lui-même inférieur à l'alliage fer-nickel-chrome; l'acier silicium-chrome, légèrement préférable à ce dernier alliage au-dessous de 575°, devient plus fluide que lui au-dessus de cette température et rejoint l'acier rapide vers 700°.

CHIMIE MINÉRALE. — *L'action du gaz ammoniac sur les chlorures de phosphore.* Note de M. **H. Perpérot**, présentée par M. Charles Moureu.

Lorsqu'on fait agir du gaz ammoniac sec sur un chlorure d'acide, il y a substitution du groupement aminé NH^2 au chlore et formation de chlorhydrate d'ammoniaque.

Les chlorures de phosphore doivent rentrer dans la règle générale et obéir à la réaction suivante :

$$PCl^n + 2n NH^3 = P(NH^2)^n + n NH^4Cl. \quad (1)$$

En pratique on sait que l'action de l'ammoniac sur les chlorures de phos-

phore aboutit à des composés azotés plus complexes, mais je me propose de montrer que les premiers produits de cette réaction sont réellement des amines, qui jusqu'à présent n'avaient pas été nettement mis en évidence.

1° *Action de* NH^3 *sur* PCl^5. — On avait déjà proposé de dissoudre le PCl^5 dans le tétrachlorure de carbone et de diriger dans le liquide un courant de gaz NH^3. Par ce procédé j'ai obtenu un composé blanc peu dense répondant à la composition centésimale suivante : P, 8,79 pour 100; Cl, 48,42 pour 100; H, 8,5 pour 100, N, 33 pour 100; C, 0,5 pour 100.

Ce corps retient un peu de tétrachlorure de carbone et si l'on défalque le C ainsi combiné et le Cl qui lui correspond, on trouve une formule comprise entre $PCl^5, 8NH^3$ et $PCl^5, 9NH^3$ et qui ne satisfait exactement ni à l'une ni à l'autre.

Ce corps semble donc assez sensible à la chaleur pour que l'échauffement local résultant de la réaction l'ait déjà légèrementdécomposé.

J'ai amélioré cette méthode en dissolvant les deux réactifs NH^3 et PCl^5 séparément dans CCl^4. En mélangeant les deux liqueurs on obtient un solide blanc, moins dense que le tétrachlorure, qui filtré à l'abri de l'humidité et placé dans le vide sulfurique pendant 12 heures répond à la composition suivante :

	Pour 100			
	P.	Cl.	H.	N.
Échantillon A	8,5	47,2	8,5	35,4
Échantillon B	8,4	48,3	8,8	33,7
Calcul pour $PCl^5 IO NH^3$	8,18	46,89	7,9	36,9

Cette composition se rapproche beaucoup de la formule $PCl^5 IO HN^3$ mais ne la satisfait pas encore rigoureusement.

Essais de confirmation de la formule en $IONH^3$ *par dosage volumétrique.* — On prépare deux solutions titrées, l'une de NH^3 l'autre de PCl^5 dans le CCl^4. On prend de chacune des volumes convenablement calculés afin qu'il y ait un léger excès de NH^3 sur la formule $PCl^5 IO NH^3$, on sépare par filtration le corps obtenu et l'on dose l'excès de NH^3 en reprenant les liquides chlorocarboniques par l'eau et en titrant l'alcalinité à l'aide d'une solution de SO^4H^2 N/10 en présence d'héliantine.

Première expérience. — 0^g,18054 de NH^3 se sont combinés à 0^g,228 de PCl^5 soit 9^{mol},7 de NH^3 pour 1^{mol} de PCl^5.

Deuxième expérience. — 0^g,1583 de NH^3 se sont combinés à 0^g,208 de PCl^5 soit 9^{mol},3 de NH^3 pour 1^{mol} de PCl^5.

Ces résultats nous rapprochent de la formule $PCl^5 IO NH^3$.

J'ai soumis ce produit à l'action de la chaleur et déterminé l'allure de sa décompo-

sition en fonction de la température. Le graphique construit avec les indications de temps et de températures pour coordonnées, tracé comparativement avec du sable pur, du sable mélangé avec son poids de NH^4Cl et le produit à l'étude, m'a permis de constater un palier correspondant à la température de sublimation de NH^4Cl, ce qui me porte à croire que ce composé est un mélange de $P(NH^2)^5$ et de NH^4Cl.

A titre de vérification complémentaire j'ai traité ce même produit par de l'ammoniac liquide pour dissoudre le NH^4Cl et suivi les progrès de la purification de l'amine en dosant le chlore restant dans la partie insoluble.

^{g},25 de $PCl^5 10NH^3$ à 47,2 pour 100 de chlore, épuisés par 120^{cm^3} de NH^3 liquide ont laissé un résidu ne contenant plus que 19 pour 100 de Cl. La partie soluble dans NH^3 liquide n'était constituée que par du NH^4Cl presque pur.

2° *Action de* NH^3 *sur* PCl^3. — En appliquant à PCl^3 les méthodes précédentes, j'ai trouvé par le dosage volumétrique de l'excès de NH^3 non combiné, que $1^g,0578$ de NH^3 se combinaient avec $1^g,347$ de PCl^3 soit $6^{mol},2$ de NH^3 pour 1^{mol} de PCl^3.

Un essai inverse, c'est-à-dire pratiqué en ajoutant un excès de PCl^3, a montré que $0^g,3168$ de PCl^3 se combinaient à $0^g,2324$ de NH^3 soit $5^{mol},9$ de NH^3 pour 1^{mol} de PCl^3. Le composé primaire paraît donc bien répondre à la formule $PCl^3.6NH^3$, mais la courbe de décomposition tracée de la même manière que celle de $PCl^5, 10NH^3$ n'a pas donné le même palier net.

L'action de l'ammoniac liquide de ce dérivé a laissé une masse gommeuse qui contenait après épuisement encore 42,7 pour 100 de chlore.

3° *Action de* NH^3 *sur* $POCl^3$. — D'après les travaux de Hugo Schiff et de Wurtz, il paraît établi que $POCl^3$ est transformé par NH^3 sec en triphosphamide. De mon côté en appliquant à $POCl^3$ les méthodes précédentes, j'ai trouvé $6^{mol},3$ de NH^3 entrant en réaction avec 1^{mol} de $POCl^3$.

Le traitement par NH^3 a laissé un résidu ne contenant plus que 9 pour 100 de chlore.

Conclusions. — Des résultats qui précèdent, nous croyons pouvoir conclure que l'ammoniac transforme les chlorures de phosphore en amines conformément à l'équation (1).

Cependant en raison de la difficulté qu'on trouve à séparer totalement le NH^4Cl de l'amine, il se peut qu'elle ne soit pas encore libre et que le produit primaire de la réaction soit un composé d'addition qui se composerait plus ou moins facilement ensuite pour donner un mélange de l'amine $P(NH^2)^n$ et de NH^4Cl, si bien que les équations de réactions seraient en somme

$$PCl^n + 2nNH^3 \rightarrow PCl^n, 2nNH^3 \rightarrow P(NH^2)^n + nNH^4Cl.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sels complexes de l'iodure stanneux avec les iodures de rubidium et de cæsium.* Note de MM. **V. Auger** et **T. Karantassis**, présentée par M. A. Béhal.

Le potassium et l'ammonium fournissent, avec les halogénures stanneux, des sels complexes appartenant aux types

$$Sn(Hal)^3MeH^2O \quad \text{et} \quad Sn(Hal)^4Me^2 2H^2O.$$

En étudiant les sels de rubidium et cæsium nous avons obtenu des complexes qui ne cadrent pas avec ceux qui ont déjà été obtenus.

Stanno-iodures de rubidium. — Si l'on ajoute de l'iodure stanneux pulvérisé à une solution tiède de IRb, acidulée par IH, on obtient une liqueur qui brunit rapidement à l'air en s'oxydant et qui dépose des cristaux rouges de I^4Sn; on évite l'oxydation en maintenant, dans le vase fermé, un morceau de papier d'étain qui réduit le tétraiodure éventuellement formé au contact de l'air.

Par refroidissement de la solution jaune pâle, on peut obtenir des produits différents suivant les rapports Sn : Rb. Avec un excès de IRb, il se dépose à froid de longues aiguilles jaunes, en tout semblables au stanno-iodure de K.

Après essorage et séchage sur plaque poreuse, on trouve à l'analyse la formule SnI^3Rb :

	Trouvé.	Calculé.
I pour 100	64,87	65,12
Sn »	20,50	20,34

Si l'on sature la solution de IRb avec I^2Sn, à refus et à chaud on obtient, dès que la température s'abaisse, un précipité jaune orangé formé de cristaux cubiques microscopiques, qu'on sépare de l'eau mère avant que le refroidissement soit terminé, et qu'on sèche sur plaque poreuse. A l'analyse, il correspond à la formule Sn^2I^5Rb :

	Trouvé.	Calculé.
pour 100	65,83	66,28
Sn »	25,21	24,84

Stanno-iodures de cæsium. — En opérant de la même manière avec ICs, nous avons obtenu des aiguilles jaunes de SnI^3Cs :

	Trouvé.	Calculé.
I pour 100	59,88	60,18
Sn »	19,00	18,79

des cristaux cubiques jaune orangé formés de Sn^2I^5Rb :

	Trouvé.	Calculé.
I pour 100	62,80	63,02
Sn »	23,85	23,65

Ces sels, relativement stables à l'état sec, s'oxydent à l'air plus ou moins rapidement, et noircissent en donnant lieu à la formation partielle d'iodostannate SnI^6M^2.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le raffinage des mattes. Action du sulfate de soude.* Note de **B. Bogitch**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Les mattes ou sulfures métalliques complexes obtenus industriellement par la fusion des minerais sulfurés doivent être raffinés afin d'éliminer leurs impuretés, notamment le fer.

Ce raffinage se fait généralement dans un convertisseur où le fer oxydé par l'air insufflé est scorifié par l'addition de silice. En pratique, le sable n'est pas employé seul. Il est le plus souvent mélangé de sulfate de soude ou d'autres sulfates.

J'étudie ici l'action du sulfate de soude sur l'oxydation des métaux, en vue de préciser le rôle que joue ce sel dans le raffinage des mattes.

Mode opératoire. — Différents métaux (fer, nickel, cuivre, plomb) réduits en poudre et mélangés avec du sable et du sulfate de soude sont fondus dans des creusets en terre réfractaire. Le mélange oxydant est composé de trois parties de sable pour une partie de sulfate anhydre. La durée de chauffe est de 20 à 25 minutes et la température maxima 1400° à 1500°.

Résultat des expériences. Oxydation. — Le mélange $SO^4Na^2 + SiO^2$ ne se combine pas sous la seule action de la chaleur car la silice ne peut pas déplacer l'acide sulfurique. En présence d'un corps oxydable en excès, le sulfate de soude donne lieu à la réaction connue

$$SO^4Na^2 = SO^2 + O + Na^2O,$$

c'est-à-dire que 1^g de sulfate dégage $0^g,112$ d'oxygène disponible.

Dans le tableau ci-dessous on trouve les proportions des métaux oxydés en fonction des proportions du sulfate de soude employé.

	SO^4Na^2.			
	10 pour 100.	20 pour 100.	30 pour 100.	50 pour 100.
Fer...............	18,7	29,10	42,3	67,8
Nickel...........	10	»	29,30	57,20
Cuivre...........	6,2	»	17,10	34,10

On le voit, tous ces métaux sont oxydés par le sulfate de soude, bien qu'à des degrés différents : notamment pour le nickel et le fer, la proportion du métal oxydé est bien supérieure à celle qu'on aurait dû obtenir en partant de la quantité d'oxygène disponible contenu dans le sulfate. Ceci s'explique par le fait que SO^2 provenant de la décomposition du sulfate se décompose à son tour, l'oxygène et le soufre ainsi libérés oxydent et sulfurent ces métaux.

Sulfuration. — Dans le tableau ci-dessous, on trouve les teneurs en soufre des métaux en fonction des quantités de sulfate de soude :

	Pour 100 de SO^4Na^2.		
	10.	30.	50.
Fer	1,83	6,9	17,5
Sulfure de fer à 29 pour 100 de soufre	30,9	31,4	31,2
Nickel	2,9	7,10	10,2
Sulfure de nickel à 23,5 pour 100 de soufre	21,6	22,2	22,2
Cuivre	–	0,08	0,07
Plomb	–	0,34	0,35

Pour le fer et le nickel, les teneurs en soufre croissent avec les proportions de sulfate, c'est-à-dire avec les quantités de SO^2 dégagées. Ces teneurs en soufre tendent vers des limites qui sont, à 1500°, 22 pour 100 pour le nickel et 31 pour 100 pour le fer.

Par contre, pour le cuivre et le plomb, les teneurs limites en soufre restent très faibles. Pour tous ces métaux cependant, elles varient avec les températures de fusion comme j'ai pu le vérifier dans mes expériences.

En définitive, le sulfate de soude est un oxydant très énergique pour les métaux du groupe du fer, contenus dans les mattes. Si les teneurs en soufre de celles-ci sont inférieures aux teneurs limites correspondant aux températures de raffinage, l'addition du sulfate enrichit les mattes en soufre. Enfin la présence de la soude rend la scorie plus fluide, diminuant ainsi l'entraînement de la matte par la scorie.

Grillage et réaction. — On désigne par ces mots une opération métallurgique souvent utilisée dans la préparation du cuivre et du plomb : la matte est tout d'abord partiellement oxydée. Fondue ensuite, elle donne du métal presque pur.

Or ce procédé, appliqué aux mattes de nickel ou de cobalt, ne donne aucun résultat. On expliquait cet insuccès par la formation d'un oxysulfure de nickel dont l'existence à l'état fondu n'a d'ailleurs jamais été démontrée.

Comme on le voit à présent, l'explication de ces phénomènes est très simple :

$MS + MO \rightleftharpoons SO^2 + M$ est une réaction réversible. Pour le cuivre, l'équilibre est atteint quand le métal contient à peine quelques centièmes pour 100 de soufre. La réaction est donc facile à réaliser industriellement. Pour le plomb, la teneur en soufre correspondant à l'équilibre est supérieure à celle du cuivre ; aussi cette réaction ne s'opère-t-elle qu'avec quelque difficulté. Enfin, pour le nickel, elle est industriellement impossible à réaliser, puisque l'équilibre correspond à une teneur en soufre supérieure à 20 pour 100.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouveau procédé de blanchiment des essences de cracking et de catalyse.* Note [1] de M. **A. Mailhe**, transmise par M. Paul Sabatier.

On sait que la plupart des essences obtenues par cracking du pétrole brut ou des mazouts, possèdent une couleur jaune. Elles renferment également des carbures dioléfiniques qui subissent à la longue une polymérisation partielle. Celle-ci se produit d'une manière très rapide lors de l'emploi de ces essences dans les moteurs à explosion. Elles donnent naissance à des gommes qui produisent fréquemment le collage des soupapes.

Les essences catalytiques issues de la décomposition du pétrole lampant ou du gaz oil, en présence de divers catalyseurs, sont également jaunes et renferment une petite proportion de dioléfines.

Toutes ces essences sont formées en grande partie par des carbures incomplets et ne peuvent être raffinées par l'action de l'acide sulfurique. Les pertes en carburant utile seraient trop élevées.

On a préconisé l'emploi de nombreuses méthodes pour décolorer ces essences et leur enlever leurs composés dioléfiniques. Elles sont basées sur le pouvoir absorbant de certains corps minéraux.

On a employé soit la bauxite, soit le gel de silice, soit les terres absorbantes de la Floride, qui laissent intacts les carbures éthyléniques à une simple liaison.

Mais tous ces corps perdent peu à peu leur activité et après quelques régénérations à température élevée, ils deviennent inutilisables.

L'emploi des chlorures métalliques dans certains travaux m'a montré

[1] Séance du 3 novembre 1925.

qu'ils pouvaient jouer un rôle analogue à la terre de Floride ou au gel de silice.

Le chlorure stanneux, en particulier, réagit d'une manière parfaite sur les essences de cracking et de catalyse pour les décolorer et séparer les carbures facilement polymérisables. Il joue le double rôle de corps réducteur et de corps condensant.

On chauffe pendant une heure environ, dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant, 100^g d'essence de cracking jaune, distillant de 75° à 170°, avec 10^g de chlorure stanneux. Le liquide devient peu à peu vert foncé. On maintient l'ébullition jusqu'à la fin de la réaction. Par refroidissement, le sel d'étain se sépare. L'essence est décantée, lavée à la soude et à l'eau, puis rectifiée. Elle distille rigoureusement incolore entre 75° et 170°, laissant comme résidu un liquide jaune foncé, produit de polymérisation des dioléfines.

Une essence obtenue par ce procédé est restée complètement incolore depuis cinq mois. Elle ne produit pas de collage dans un moteur et peut être utilisée au même titre que l'essence naturelle.

Après le traitement de l'essence, le chlorure stanneux a été peu modifié. Il peut servir pour d'autres opérations.

Lorsque son action diminue, on le régénère facilement par l'acide chlorhydrique.

Au lieu d'effectuer la réaction en milieu liquide, on peut la réaliser sur les vapeurs de l'essence. Il suffit de les diriger sur le chlorure d'étain, chauffé vers 200°, dans un tube disposé sur une grille à analyse. Après condensation, le liquide obtenu est lavé à la soude et à l'eau, puis rectifié.

La méthode s'applique également au traitement des benzols bruts.

Un grand nombre de chlorures métalliques conviennent pour réaliser la polymérisation des dioléfines des essences de cracking, mais leur pouvoir décolorant est très inférieur à celui du chlorure stanneux.

CHIMIE. — *Sur le cracking de l'ozokérite.*

Note de M. **Er. Toporescu**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

L'observation des résultats pratiques obtenus dans le cracking des différentes huiles minérales en présence du chlorure d'aluminium m'ont conduit à penser que la benzine (essence légère) provient surtout de la décomposition des paraffines. L'ozokérite semblait devoir conduire à des résultats ana-

logues. Partant de cette idée, j'ai étudié le cracking de l'ozokérite, en employant le chlorure d'aluminium comme catalyseur.

M. Mailhe a déjà donné les résultats relatifs au cracking de la cire animale (¹).

Le catalyseur a été employé dans les proportions de 5, 15 et 25 pour 100. La quantité d'ozokérite mise chaque fois en expérience était de 500ᵍ.

L'appareil était constitué par un autoclave muni intérieurement d'un agitateur. Un tube abducteur communiquant avec un réfrigérant permettait de recueillir les liquides distillés. Voici les résultats obtenus :

Numéro de l'expérience.	Proportion du catalyseur.	Début de la distillation.	Poids distillé.	Composition de la partie distillée. Benzine.	Lampant.	Résidu.
1.........	5 %	161°	175ᵍ	30	95	45
2.........	»	164	160	32	90	37
3.........	15	122	255	148	25	75
4.........	»	125	250	152	29	65
5.........	»	122	270	155	25	80
6.........	25	110	65	38	8	15
7.........	»	112	62	35	9	13

Numéro des expériences.	Densité moyenne à 15°. Benzine.	Lampant.	Rendement des produits reçus. Benzine p. 100.	Lampant p. 100.	Résidu p. 100.
1 et 2................	0,7420	0,7876	6	19	8
3, 4 et 5..............	0,6945	0,7667	30	5	16
6 et 7................	0,7062	0,7657	7	2	3

La marche du cracking et la qualité des produits recueillis sont fonction de la proportion de catalyseur employé. Ainsi la température de distillation commençante tombe de 164° à 110° quand la proportion de catalyseur croît de 5 à 25 pour 100. Les produits liquides obtenus sont différents, ainsi que la quantité de gaz dégagés.

Pour apprécier la qualité de la benzine, j'ai soumis les produits recueillis dans la seconde série d'expériences à un essai de distillation suivant la méthode Engler. La distillation commence à 34° et il a été impossible d'éviter la perte des parties les plus volatiles. On a recueilli les quantités suivantes des produits aux différentes températures de la distillation.

(¹) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 164.

Température.	Recueillis pour 100.
70°	33
100	65
145	90
150	100
Résidu	1
Pertes	8

Il se produit une certaine quantité de carbures non saturés, car en traitant les produits distillés par l'acide sulfurique concentré, cet acide se colore en brun foncé.

Ces expériences semblent pouvoir, dans une certaine mesure, contribuer à l'explication de la formation du pétrole.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sodium métallique sur les dérivés bromoéthyléniques*. Note de M. **Albert Kirrmann**, présentée par M. Moureu.

Les dérivés bromoéthyléniques

$$R - CH = CHBr \text{ (I)} \quad \text{et} \quad R - CBr = CH^2 \text{ (II)},$$

nécessitant une attaque énergique pour former les carbures acétyléniques, passent pour retenir solidement leur atome de brome. Il est surprenant de constater la grande facilité avec laquelle ils réagissent sur le sodium pulvérisé en produisant des carbures. La réaction se déclanche rapidement, au bain-marie pour les premiers termes, dès 0° pour les termes élevés. Delacre [1] avait déjà observé cette action sur un dérivé chloré. Elle semble être tout à fait générale.

Les produits obtenus sont :

1° Une quantité importante du carbure éthylénique $R - CH = CH^2$;

2° Le carbure acétylénique vrai $R - C \equiv CH$ en quantité notable pour les composés (I), en traces infimes pour les composés (II);

3° Des produits de condensation en faible quantité et distillant sans palier net en général. Un doublement de la molécule dans le sens d'une synthèse de Wurtz ne se produit pas. Seuls les composés ramifiés $RR'C = CHBr$ (III) conduisent ainsi à des carbures érythréniques. Po-

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, 35, 1906, p. 345.

gorzelski [1] avait déjà obtenu du diisocrotyle à partir du bromure d'isocrotyle $(CH^3)^2C = CHBr$.

Il n'y a jamais dégagement d'hydrogène.

Voici les résultats des expériences :

Bromure.	Type.	Carbure obtenu pour 100. Éthylénique.	Acétylénique.	Érythrénique.
$C^7H^{13}Br$	I	56	12	0
C^5H^9Br	II	57	0,02	0
$C^7H^{13}Br$	II	67	0,002	0
C^4H^7Br	III	25	0	34
$C^6H^{11}Br$ [2]	I + II	58	14	0
$C^8H^{15}Br$ [3]		64	3	6

Il résulte de ce tableau qu'à chacun des trois types correspond un résultat particulier. La différence paraît suffisamment nette pour donner des indications précieuses lorsqu'on rencontre un produit inconnu.

Pour effectuer l'attaque, Delacre ajoute de l'eau. On serait ainsi amené à interpréter la réaction comme étant due à un enlèvement d'acide bromhydrique par un peu de soude: L'eau formée par la soude et l'acide bromhydrique agirait sur le sodium avec dégagement d'hydrogène, tout en régénérant de la soude qui pourrait à nouveau entrer en réaction. L'hydrogène libéré se fixerait sur le carbure acétylénique pour conduire à l'oléfine.

Cette interprétation est inadmissible :

1° L'eau ne semble pas nécessaire à la réaction. Une dessiccation soignée des produits et des appareils ne conduit même pas à une diminution de la vitesse de réaction;

2° Il n'y a pas formation primaire de carbure acétylénique. En effet, le type (III) donne également le produit éthylénique, bien qu'aucun acétylénique ne lui corresponde. D'autre part la soude pulvérisée reste sans aucun effet dans les conditions de l'expérience;

3° Le bilan de la réaction exclut l'origine qu'on a supposée pour l'hydrogène nécessaire à la formation d'éthylénique, bien que ce mécanisme semble rendre compte d'une réaction analogue du magnésium sur le bromostyrolène [4].

---

(1) *Centr.*, I, 1899, p. 773.

(2) Mélange I + II provenant de l'hexène 1.

(3) Mélange complexe provenant d'octène obtenu par déshydratation de l'alcool caprylique sur $ZnCl^2$.

(4) TIFFENEAU, *Comptes rendus*, 135, 1902, p. 1346.

En effet, on ne s'explique pas la trop faible quantité d'acétyléniques trouvés, alors que ces carbures sont bien stables et les conditions de l'expérience très douces. On ne comprend pas davantage la grande quantité d'éthylénique. L'équation

$$2C^nH^{2n-1}Br + 2Na = 2NaBr + C^nH^{2n} + C^nH^{2n-2}$$

n'explique qu'un rendement en éthylénique inférieur à 50 pour 100. L'équation

$$3C^nH^{2n-1}Br + 4Na = 3NaBr + 2C^nH^{2n} + C^nH^{2n-3}Na$$

prévoit un rendement de $\frac{2}{3}$. Même alors les quantités pratiquement isolées dans des expériences portant sur moins d'un quart de molécule sont trop grandes pour être compatibles avec le chiffre théorique. De plus l'expérience montre qu'une partie notable de l'acétylénique se trouve à l'état libre et non sous forme de dérivé sodé, contrairement à l'observation de Nef sur le bromostyrolène ([1]).

L'intervention du solvant est exclue, puisque les carbures saturés, les carbures benzéniques et l'éther conduisent au même résultat.

Force est donc de penser que l'hydrogène provient de molécules plus profondément atteintes qui forment les résidus, dont d'ailleurs les parties distillables fixent énergiquement du brome. Cette hypothèse est aussi la seule qui puisse s'appliquer aux composés du type (III).

Il semble prématuré de proposer une interprétation précise de ces faits, surtout en ce qui concerne les divergences que présentent les trois types. L'étude comparée de ces isomères de position est poursuivie, et l'on peut espérer que d'autres réactions convergeront avec celle-ci vers une explication correcte.

PÉDOLOGIE. — *Sur la matière argileuse des limons quaternaires.* Note de M. A. **Demolon**, présentée par M. Lindet.

Nous avons montré ([2]) que la matière argileuse des limons (éléments $< 5^{\mu}$) peut être considérée comme un mélange suspensoïde d'alumosilicates kaoliniques, de ferrisilicates isomorphes des précédents, de limonite et de quartz.

([1]) *Ann. Lieb.*, 308, 1899, p. 268.

([2]) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1518.

L'étude de l'évolution de l'eau sous l'influence de la chaleur, celle des phénomènes d'absorption et des échanges d'ions, montre que ces alumosilicates constituant la fraction de beaucoup la plus importante, ne sauraient être identifiés avec la kaolinite.

1° *Évolution de l'eau.* — La matière argileuse maintenue à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant a été ensuite chauffée dans un moufle muni d'un pyromètre thermo-électrique à des températures croissantes et constantes pendant toute la durée de chaque opération. Nous avons constaté qu'après une heure il n'y avait plus de variation de poids. D'autre part, nous avons mis en parallèle une limonite et un silicate ferrique synthétique donnant une perte au feu de 11,65 pour 100, c'est-à-dire sensiblement celle de la nontronite. Le tableau ci-après renferme en outre les résultats relatifs à la kaolinite d'après les travaux de Sokoiof.

Perte pour 100 *de matière séchée à* 100° (Durée de chauffage : une heure).

°	Kaolinite.	Argile des limons.	Silicate ferrique synthétique.	Limonite.
200	//	6,40	9,0	14,7
350	0,30	7,80	11,0	»
500	2,33	10,48	11,65	»
600	10,94	10,69	11,65	»
700	11,0	10,79	11,65	»

L'argile des limons perd donc déjà 60 pour 100 de son eau à la température de 200°. Cette perte comprend, à côté de l'eau d'hydratation des composés ferriques (3 pour 100 environ), une certaine proportion d'eau dite «colloïdale». D'autre part, au-dessus de 200° l'eau disparaît plus rapidement que pour la kaolinite et pratiquement, après une heure à 500°, la totalité est éliminée.

Ce fait est à rapprocher de ceux signalés par A. Bigot (1) concernant la destruction de la plasticité par pectisation des colloïdes dès 400°, c'est-à-dire très au-dessous de la température de déshydratation complète.

La même argile, séchée pendant trois mois dans le vide sulfurique à la température du laboratoire et mise ensuite à l'étuve à 100°, a encore perdu 4,43 pour 100 de son poids.

L'eau colloïdale est donc énergiquement retenue par la matière argileuse des limons. Cette dernière ne saurait d'autre part être assimilée à la kaolinite si l'on envisageait le mode d'évolution de son eau de constitution en fonction de la température.

2° *Absorption de la chaux.* — Si sur 2g de matière argileuse on fait agir à plusieurs

(1) *Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 1232, et **176**, 1923, p. 91.

reprises 100^{cm^3} d'eau de chaux titrée, avec agitation mécanique et qu'on détermine la chaux fixée une fois l'équilibre atteint, on obtient les résultats suivants :

		mm
Première fixation	....	84
Deuxième	»	25
Troisième	»	8
Quatrième	»	7
Cinquième	»	6
Sixième	»	1
Total	....	131 soit 6,55 pour 100

Solubilité de CaO fixée dans l'acide phénique 2 pour 100...	2,78
Solubilité de CaO restante dans NH^4Cl 5 pour 100.......	2,50
Solubilité de CaO restante dans CO^2 dissous.............	traces
CaO totale déplacée............	5,28 p. 100

La courbe des quantités fixées dans les équilibres successifs, en fonction des concentrations, correspond à l'équation $y = 7,50\,C^{0,40}$. C'est une courbe d'adsorption.

La chaux totale déplacée dans l'expérience précédente ne représente que 75,9 pour 100 de la quantité totale fixée. Elle n'atteint que 57 pour 100 quand on se borne à faire agir à trois reprises CO^2 dissous. La matière argileuse acide, après avoir atteint la neutralité théorique ($P_H = 7,05$) réagit donc rapidement sur la chaux pour donner des combinaisons d'adsorption qui ne sont que partiellement déplacées par l'acide carbonique, l'acide phénique ou les sels ammoniacaux.

En procédant de même avec un échantillon de kaolin lavé avec HCl étendu, nous n'avons observé qu'une fixation négligeable (0,25 pour 100).

3° *Échange d'ions.* — Enfin, tandis que l'argile des limons après décalcification, c'est-à-dire en l'absence d'ion Ca déplaçable, donne lieu à un échange de l'ion K de KCl avec l'ion Al, il n'en est pas de même du kaolin.

Ces trois ordres de faits permettent de ranger les alumosilicates des argiles des limons, analogues d'ailleurs aux argiles des marnes, dans la catégorie des silicates zéolithiques à noyau kaolinique et de les différencier nettement de la kaolinite proprement dite des kaolins.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur deux formes nouvelles du quartz dans les porphyres pétrosiliceux : quartz lamelleux et sphérolithes à quartz grenu.* Note de M. A. **Demay**, présentée par M. Pierre Termier.

L'étude micrographique des porphyres pyriteux contigus aux grands gisements de pyrite de la province de Huelva me permet de compléter la description des porphyres pétrosiliceux donnée de 1875 à 1877 par Michel Lévy ([1]).

Ces porphyres, qui sont chimiquement des microgranites, montrent, outre la pyrite, du quartz bipyramidé souvent corrodé, plus rarement du feldspath, parfois des sphérolithes, dans une pâte brune isotrope ou dans une pâte mal cristallisée qui est la matière pétrosiliceuse de Michel Lévy. On observe dans cette pâte le développement du quartz récent ou quartz grenu que Michel Lévy attribuait à des actions secondaires immédiates; mais *il existe ici à côté du quartz grenu une forme particulière du quartz, qui, à ma connaissance, n'a pas encore été décrite et que je nomme quartz lamelleux.*

Ce sont de fines lamelles allongées dont l'épaisseur est souvent inférieure à 20μ et qui apparaissent dans les zones à quartz grenu près de la pyrite idiomorphe. Elles constituent des groupements qui ont un peu l'apparence de macles répétées et qui s'orientent en général perpendiculairement aux faces pyriteuses. Elles ont les caractères optiques du quartz et ne peuvent être confondues avec ses variétés fibreuses biaxes. Le quartz lamelleux évoquerait plutôt le quartz filonien; mais les individus quartzeux des plus petits filonnets ont des dimensions bien supérieures. D'autre part le caractère concrétionné du quartz filonien fait ici complètement défaut.

Enfin il y a liaison intime entre le quartz lamelleux et le quartz grenu; l'épaisseur des lamelles et la dimension moyenne des grains sont comparables. Le quartz lamelleux passe au quartz grenu. L'un et l'autre sont en contact direct avec la pyrite. Le quartz lamelleux est donc une forme particulière qui s'est développée dans un porphyre en même temps que le quartz grenu. Il est parfois imparfaitement cristallisé et rejoint alors la pâte pétrosiliceuse. *Les faces pyriteuses ont fourni pour les cristallisations initiales de la pâte et surtout pour les cristallisations secondaires immédiates*

([1]) A. Michel Lévy, *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e série, **3**, 1875, p. 199; *Comptes rendus*, **81**, 1875, p. 820, et **83**, 1876, p. 1301.

une base d'orientation. Ainsi a pris naissance le quartz lamelleux tandis que, tout à côté, la cristallisation se produisait suivant un mode grenu.

La pâte amorphe ou grenue des porphyres pyriteux contient fréquemment des formes globulaires. Les unes sont des sphérolithes radiés incomplets à croix noire. Les autres résultent de la transformation des premiers dont la trace subsiste exceptionnellement et ont pu aussi prendre naissance à l'état pétrosiliceux sans qu'il y ait eu jamais orientation fibreuse de la matière semi-cristalline. Elles comprennent des sphérolithes à quartz globulaire qui s'éteignent suivant les modes décrits par Michel Lévy : extinction unique, extinction indépendante de deux ou trois segments, extinction indépendante d'un noyau et d'une couronne.

Mais outre ces formes classiques, *les porphyres pyriteux montrent des formes globulaires quartzeuses nouvelles que je nomme sphérolithes à quartz grenu*.

Ce sont des globes sphériques ou aplatis en forme d'ellipsoïde, constitués entièrement par du quartz grenu. Ils sont reliés au quartz grenu du porphyre ou au contraire isolés dans la pâte brune isotrope. *La formation des sphérolithes à quartz grenu est donc une phase du développement du quartz grenu, tout en restant un phénomène distinct*.

L'évolution des sphérolithes peut d'ailleurs aboutir à d'autres types. Parfois un seul segment est à quartz grenu, les autres sont des segments de sphérolithe à quartz globulaire, éteignant en bloc chacun pour son compte. Dans d'autres cas, il existe une couronne de quartz grenu autour d'un noyau à quartz globulaire.

Enfin on voit s'achever l'évolution du sphérolithe à quartz grenu vers un groupement cristallin plus simple. Les petits grains voisins recristallisent avec une même orientation. Dans certains sphérolithes, la structure grenue n'apparaît plus que sur deux ou trois points; *on rejoint les sphérolithes à quartz globulaire et orientation unique, qui semblent ainsi avoir pris naissance irrégulièrement, de proche en proche, et non pas par cristallisation continue sur l'orientation du centre*, comme l'avait vu ailleurs Michel Lévy.

L'évolution ne s'arrête pas à la limite des sphérolithes. Ils se fondent entre eux : il existe ainsi dans les porphyres de Huelva des zones à quartz grenu dont les bords montrent encore les contours circulaires des sphérolithes qui leur ont donné naissance. Le quartz granulitique et le quartz en plage se développent à leur tour aux dépens du quartz grenu.

Les porphyres pétrosiliceux subissent donc dans leur gisement des transformations profondes. La pâte amorphe cristallise de manière incomplète

suivant un mode grenu, lamelleux ou globulaire. Le *quarz grenu* et le *quartz lamelleux se développent. Les sphérolithes à quartz grenu évoluent dans le sens d'une unification de l'orientation ou bien engendrent par leur groupement une masse de quartz grenu. Enfin celui-ci passe au quartz granulitique et au quartz en plage.*

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance.* Note de M. **P. Lejay**, transmise par M. G. Ferrié.

I. *Variations du champ statique dues aux décharges orageuses.* — En considérant la décharge entre deux nuages comme un courant linéaire I établi entre deux points de l'espace où seraient concentrées deux quantités d'électricité $\pm$ Q, on peut calculer les composantes E(Ex, Ey, Ez) et M(Mx, My, Mz) de la perturbation électromagnétique.

En un point P du sol, elles prennent la forme suivante :

$$Ex = 0, \qquad Ey = 0, \qquad Ez = -\frac{l}{r}\left[S\frac{\partial I}{\partial t} + \frac{c}{r}T.I\frac{c^2}{r^2}T.Q\right],$$
$$cMx = \frac{l}{r}U\left[\frac{\partial I}{\partial t} + \frac{c}{r}I\right], \qquad cMy = 0, \qquad cMz = 0,$$

expressions dans lesquelles r désigne la distance de la décharge au point P (on suppose que cette distance est grande par rapport à la longueur l de la décharge); c est la vitesse de la lumière.

Les axes ont pour origine le point d'intersection de la direction de la décharge avec le sol, l'axe des z est vertical, celui des y passe par P.

L'opérateur [ ] indique qu'on a remplacé dans les expressions contenues le temps t par $t - \frac{r}{c}$. S, T, U sont des fonctions des angles que fait la décharge avec les axes de coordonnées, et se réduisent à l'unité dans le cas d'une décharge verticale.

On a supposé le sol parfaitement conducteur et l'on a appliqué la théorie des images.

Ceci établi, on peut faire les remarques suivantes :

1° Le vecteur électrique, vertical, contient un terme en Q, le seul qui ne revienne pas après la décharge à sa valeur primitive, et dont la variation totale au cours de la décharge est indépendante de la forme du courant et du temps. Plus simplement, la disparition de la charge du nuage entraîne une variation brusque du gradient électrique.

Le calcul montre et l'expérience vérifie que cette variation se fait sentir à très grande distance. Des mesures effectuées à l'Observatoire du Pic du Midi m'avaient montré qu'elle pouvait dépasser 400 volts par mètre à 30^{km} de l'orage. L'électromètre à lampes, que j'ai décrit dans une Note précédente (¹) et auquel j'ai pu adjoindre un amplificateur (deux étages à résistance et à liaison par piles) m'a permis de prolonger les mesures à plus grande distance en enregistrant sur la même bande de papier les variations du champ et les atmosphériques coïncidant avec des éclairs lointains. J'ai pu déceler encore à 100^{km} des variations de l'ordre du volt par mètre. Des variations aussi intenses, provenant de nuages orageux, mais correspondant à des décharges brusques non lumineuses, ont été d'ailleurs observées fréquemment, à toutes les distances,

La loi de décroissance du champ en raison inverse du cube de la distance se vérifie approximativement. Les orages que j'ai étudiés auraient donc provoqué des variations brusques de plusieurs centièmes de volt par mètre à 400^{km}. A cette distance, les variations du champ statique dues à un éclair sont donc encore supérieures au champ électrique créé par les postes de T. S. F. les plus puissants.

Les parasites orageux se propagent à grande distance.

2° Les expressions des composantes du champ montrent que si le rapport $\frac{E_z}{cH_x}$ tend vers un, dans le cas d'une décharge verticale, quand la distance augmente indéfiniment, fait bien connu pour les émissions radiotélégraphiques, il peut prendre au contraire des valeurs considérables pour certaines formes du courant dans les décharges orageuses, et pour certaines valeurs de r.

Les actions du parasite sur une antenne et sur un cadre peuvent donc être différentes en intensité; sur l'antenne la composante statique du vecteur électrique, prédominante, pourra parfois agir fortement, tandis que le cadre ne serait attaqué que par un champ magnétique faible.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la signification du sternum des Vertébrés.* Note de M. **Jean Piveteau**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On définit le sternum, en Anatomie comparée, comme un os ou un assemblage d'os situé à l'opposé de l'épine et fermant ventralement le thorax. Le sternum, ainsi compris, ne se rencontre que chez les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères, où il serait formé par la soudure de deux

(¹) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 2171.

bandelettes sternales résultant de la fusion de l'extrémité distale des côtes.

Je me propose d'établir dans cette Note, que le sternum, loin de pouvoir se définir d'une façon aussi simple, présente, dans sa genèse, des différences telles qu'il n'est pas possible de le considérer comme homologue à lui-même à l'intérieur d'une même classe.

J'examinerai trois cas principaux pris dans le groupe des Reptiles.

Considérons d'abord un lézard scincoïde, le genre *Feylinia* par exemple, où les membres présentent un commencement d'atrophie. Il possède un revêtement ventral constitué par des chevrons parasternaux bien développés. Le sternum a tout à fait l'allure d'un de ces chevrons et l'on pourrait aisément le confondre avec eux. Les chevrons parasternaux, que l'on appelle parfois côtes ventrales, sont en connexion avec le *rectus profundus* qui est situé dorsalement à ces chevrons. Le sternum proprement dit présente les mêmes rapports avec les *sterno-coracoïdiens*, et l'Anatomie comparée montre très nettement que *rectus profondus* et *sterno-coracoïdiens* ne sont que les subdivisions d'un même muscle. Les connexions musculaires confirment donc l'homologie, déjà indiquée par la structure, des chevrons parasternaux et du sternum. Dans les lézards scincoïdes, le sternum n'est donc qu'un chevron parasternal modifié.

L'étude embryologique de *Sphenodon* nous fait assister à l'apparition d'un sternum en connexion avec les côtes dès les stades les plus jeunes. Ce sternum répond donc à la définition donnée plus haut : c'est un sternum costal.

Si nous considérons maintenant le genre fossile *Tangasaurus*, voisin des lézards, et que l'on rencontre dans le Permien du Territoire du Tanganika et de Madagascar, on peut voir un troisième mode d'apparition du sternum. Les formes les plus jeunes, encore incomplètement ossifiées, montrent, en arrière des coracoïdes, deux petites lames elliptiques qui ne peuvent dériver, comme l'indique leur forme, des côtes encore très grêles; d'ailleurs, dans ces fossiles admirablement conservés, on ne voit pas la moindre trace de connexion. Elles ne peuvent non plus dériver des chevrons parasternaux. Ceux-ci apparaissent d'abord dans la région abdominale et s'ossifient peu à peu en allant vers l'avant; au stade que nous considérons, ils n'ont pas encore atteint la région où apparaissent les deux lames cylindriques déjà signalées. Si l'on suit le développement des lames, on les voit augmenter de taille puis se souder sur la ligne médiane, formant une large pièce osseuse ventrale qui est le sternum.

Par leur position, ces lames osseuses, génératrices du sternum, ne

peuvent provenir que de la plaque cartilagineuse qui donne naissance aux coracoïdes.

On peut donc parler dans ce cas d'un coraco-sternum, qui semble bien se retrouver dans certains lézards actuels (*Lacerta*, par exemple).

Ces trois exemples montrent qu'il n'est plus possible de considérer le sternum comme une entité morphologique et qu'on ne peut le définir qu'en se plaçant à un point de vue physiologique. C'est une pièce destinée à fermer ventralement le thorax et qui se constitue par les moyens les plus divers.

Certains auteurs ont attribué une grande importance au sternum en phylogénie. Howes et Swinnerton [1] considèrent que la principale différence entre Amphibiens et Reptiles réside dans la structure du sternum, et ils opposent le coraco-sternum des Amphibiens (*archisternum*) au sternum costal des Amniotes (*néosternum*). Pour eux, l'histoire de cet organe doit nous montrer comment se fait le passage d'une classe à l'autre.

Ce que nous venons de dire indique qu'on ne peut attribuer au sternum une telle signification, et que, par suite de ses modes si divers de formation, il ne peut traduire en rien les affinités des grands groupes.

Au reste, les différences qui séparent les classes ne dépendent point des changements morphologiques des organes, mais bien de leur répartition relative, en un mot, de l'architecture générale de l'animal.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur un cerveau de fœtus de Mégaptère.* Note de M. **R. Anthony**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'impossibilité où l'on s'est trouvé jusqu'ici d'interpréter de manière définitive la morphologie télencéphalique des Cétacés tient au manque de documents embryologiques permettant d'observer l'ordre de développement des sillons et d'identifier ainsi les plissements fondamentaux. Tous les cerveaux de fœtus de Cétacés actuellement connus sont, en effet, ou presque complètement lisses ou déjà à peu près semblables à des cerveaux d'adultes.

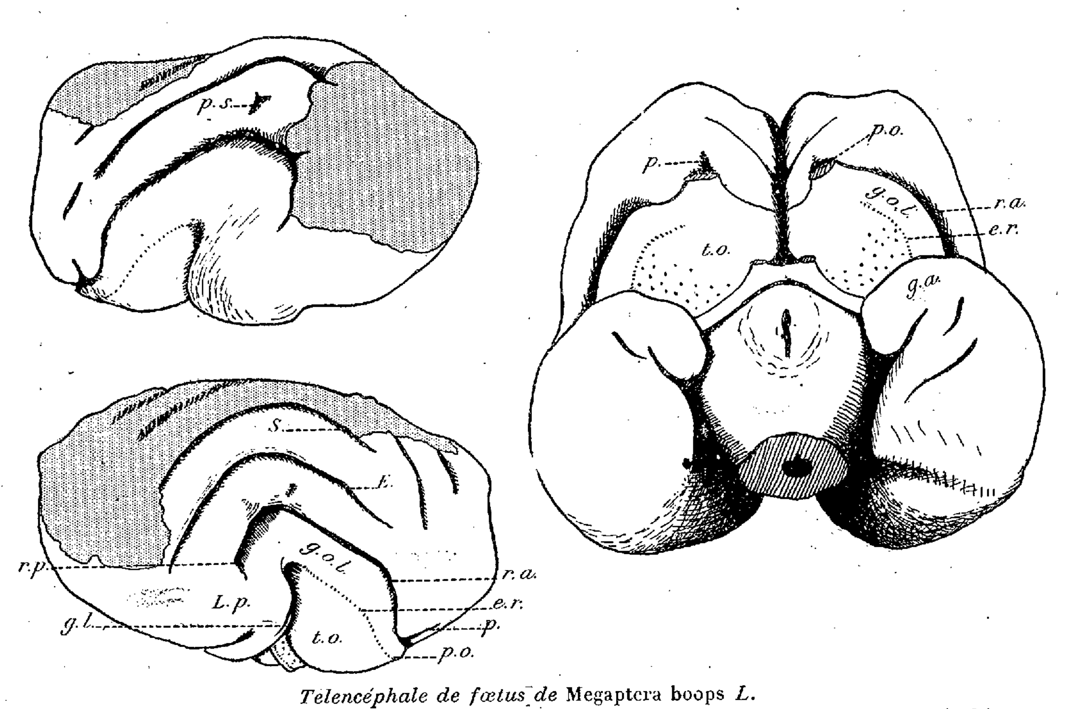
Le moment où les plissements fondamentaux existent, et existent seuls, est donc extrêmement fugitif.

---

(1) Howes et Swinnerton, *On the development of the squeleton of the Tuatara,* Sphenodon punctatus; *with remarks on the egg, on the hatching, and on the hatched Young* (*Transact. Zool. Soc. London,* 16, 1903, p. 1-74).

Le cerveau qui fait l'objet de cette Note a été extrait d'un fœtus de *Megaptera boops* L. (n° 1891-992 des réserves d'études du service d'Anatomie comparée du Muséum) dont la longueur totale est de 82^{cm} environ (longueur du télencéphale : 7^{cm}).

Sur sa face latérale externe, ce cerveau présente la série de sillons arqués caractéristiques du télencéphale mammalien.



Télencéphale de fœtus de Megaptera boops *L.*

A gauche et en haut : hémisphère gauche, vue latérale externe. — A gauche et en bas : hémisphère droit, vue latérale externe. — A droite : vue inférieure de l'encéphale.

Le deuxième sillon, en partant de la base, est certainement une rhinale (r. a., rhinale antérieure; r. p., rhinale postérieure), ainsi que l'établissent nettement ses rapports avec le pédoncule olfactif (p. o.). La partie sous-jacente à ce sillon est donc le *gyrus olfactorius lateralis* (g. o. l.) dont la surface est relativement plane et que l'on voit aboutir à un lobe piriforme (l. p.) de forme et de connexions classiques.

Si le deuxième sillon est une rhinale, le premier (e. r.), assez peu marqué d'ailleurs, est, de toute évidence, une endorhinale, limitant en haut le tubercule olfactif (t. o.).

Le troisième sillon (E.) doit alors être interprété comme une *ectosylvia*.

Le quatrième (S.), comme une *suprasylvia*, visible seulement avec la

rhinale et l'endorhinale sur l'un des cerveaux de fœtus de *Beluga* figurés par Kukenthal.

Au-dessus de la suprasylvia et dans une partie du manteau mal conservée sur l'un et l'autre hémisphère, existent d'autres sillons qui sont probablement l'ectolatéral et le corono-latéral.

Le sillon qui se branche en avant sur la rhinale antérieure est peut-être la presylvia (p.).

Sur la face inférieure, on aperçoit de même l'endorhinale (e. r.), la rhinale antérieure (r. a.) et la presylvia (p?). Le tubercule olfactif et le lobe piriforme avec le *gyrus ambiens* (g. a.) et le *gyrus lunaris* (g. l.) y sont également bien visibles.

Quant aux sillons de la face mésiale, comme ils n'ont que peu d'intérêt au point de vue envisagé ici, je m'abstiendrai de les décrire.

De la comparaison de ce cerveau avec des cerveaux de cétacés adultes, il ressort :

1° Que c'est la rhinale qui joue chez les Cétacés le rôle de sillon d'operculisation : on voit déjà faire saillie chez le fœtus de Mégaptère la partie corticale située au-dessus de ce sillon. De ceci résulte que la région operculisée du télencéphale des Cétacés qui, avec ses nombreux plis en éventail, a l'apparence d'une insula, est tout entière rhinencéphalique, correspondant au *gyrus olfactorius lateralis*.

2° Que ce que l'on appelle chez les Cétacés la scissure de Sylvius est en réalité une pseudosylvia extraordinairement profonde et dont on voit d'ailleurs ici l'ébauche entre la rhinale et l'ectosylvia (p. s.).

Les résultats de cette observation coïncident à peu près avec la façon dont on décrit d'habitude le télencéphale des Cétacés; mais les auteurs ont toujours reconnu ne pouvoir fournir aucune raison valable de leur façon d'interpréter. Les observations consignées ici me paraissent apporter les arguments qui ont manqué jusqu'à ce jour.

En résumé, le télencéphale des Cétacés est caractérisé, comme celui des Ongulés et des Carnivores, par un système de sillons arqués concentriques; de plus, il présente une operculisation d'une partie de sa surface, la limite supérieure de cette operculisation coïncidant avec la rhinale, et l'ectosylvia restant superficielle. De ce fait, le télencéphale des Cétacés se rapproche beaucoup plus de celui des Ongulés que de celui des Carnassiers qui, comme les Ursidæ et les Mustelidæ, présentent aussi une operculisation.

ENTOMOLOGIE. — *Quelques observations sur l'*Anisops producta *Fieb.* (*Hémiptère* Notonectidæ). Note de M. **Raymond Poisson**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'*Aniscops producta* Fieb. est un Hémiptère aquatique de la famille des *Notonectidæ*, dont l'anatomie ainsi que la biologie sont fort peu connues. J'ai capturé cet Hémiptère dans la région de Banyuls (Pyrénées-Orientales), au mois de septembre 1925 et j'ai pu faire à son sujet, au laboratoire Arago, un certain nombre d'observations dont je résumerai ici les principales.

Aux environs de Banyuls, on trouve l'*Anisops* localisé dans des eaux tranquilles supralittorales en compagnie d'autres Hémiptères aquatiques [1]. En septembre 1925 les femelles étaient en pleine maturité sexuelle et l'on pouvait capturer des larves à tous les stades du développement. Les œufs sont pondus à l'intérieur des tiges immergées des plantes aquatiques que les femelles perforent à l'aide des fortes dents que portent leurs gonapophyses. Ces œufs possèdent un appareil pneumatique rudimentaire.

Élevés en aquarium, avec différentes proies, l'on constate que les larves d'*Anisops* se nourrissent surtout de petits Crustacés entomostracés (*Canthocamptus*, *Cyclops*, *Daphnia*). Les adultes, au contraire, recherchent de préférence les larves de Chironomides et surtout de Culicides et d'Anophélides; ils en font même de véritables hécatombes *et l'on peut les considérer comme des auxiliaires possibles, non négligeables, dans la lutte contre ces Diptères.*

L'*Anisops* chasse en se maintenant entre deux eaux à une vingtaine de centimètres de la surface. Ce comportement, tout différent de celui des autres Cryptocérates aquatiques qui chassent de préférence en surface, ne peut être comparé qu'à celui des *Buenoa* (*Notonectidæ* américains).

L'armature génitale du mâle est du même type que celle de la *Notonecta*. Mais les styles sont asymétriques; la structure du style droit est la plus complexe. Ce caractère est à rapprocher de ce que l'on observe chez *Naucoris* et *Corixa* (R. Poisson, 1924).

A. producta présente un dimorphisme sexuel très marqué. En plus d'une corne frontale, absente chez la femelle, le mâle porte sur un éperon des tibias antérieurs un curieux appareil stridulant que je décrirai dans un mémoire d'ensemble. Signalons brièvement que des poils, différenciés en

[1] R. Poisson, *Quelques Hémiptères aquatiques des environs de Banyuls* (*Pyrénées-Orientales*) (*Bull. Soc. Ent. Fr.*, **13**, 1925, p. 205).

spatule et portés par les tibias antérieurs, peuvent faire vibrer des bâtonnets chitineux implantés au fond d'une petite caisse de résonance.

Il existe, chez le mâle et chez la femelle, un appareil sensoriel situé sur la marge interne de chaque élytre près de la pointe du scutellum. Cet appareil présente, en particulier, de grands poils articulés à leur base. Les deux dispositifs se font vis-à-vis et les grands poils de chacun d'eux s'interpénètrent lorsque les élytres sont fermés.

Au point de vue de l'anatomie microscopique, je me bornerai à mentionner, dans cette Note, l'existence chez l'*A. producta* de très belles cellules trachéales colorées en rouge cerise. Elles constituent dans la cavité abdominale deux bandes rouges, droite et gauche, analogues comme aspect général aux « organes rouges » décrits chez la larve de *Gastrus equi* Fabr. (Enderlein, A. Prenant, 1900 [1], etc. Comme chez l'Oestre, les cellules trachéales de l'*Anisops* sont volumineuses et imprégnées d'un pigment rouge voisin de l'hémoglobine. Elles renferment, entre autres éléments, d'abondantes ramifications trachéennes intracellulaires et de nombreux filaments cytoplasmiques. Ces filaments, déjà décrits par A. Prenant dans les cellules trachéales des Oestres, sont peut-être à rapprocher des formations signalées par A. Dehorne (1925) [2], en particulier dans des leucocytes de Polychètes, sous la désignation de « linome ». Chez l'*Anisops* ils paraissent prendre naissance aux dépens d'une substance expulsée du noyau de la cellule trachéale. La description plus complète de ces éléments sera faite dans un travail ultérieur.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Rendement énergétique dans le développement de divers organismes végétaux en fonction de la teneur en oxygène du milieu ambiant.* Note de MM. **Emile-F. Terroine**, **R. Bonnet** et **A. Hée**, présentée par M. Guignard.

Si la consommation de luxe, loin d'être un phénomène limité aux seuls homéothermes, était un fait général il s'ensuivrait nécessairement que, pour toute cellule, la dépense énergétique serait fonction des conditions extérieures de la combustion. Dans ce cas, comme l'ont fait précédemment

(1) A. Prenant, *Notes cytologiques. Cellules trachéales des Oestres* (*Arch. anat. microsc.*, 3, 1900, p. 293).

(2) A. Dehorne, *Indications sur le linome de quelques catégories cellulaires* (*Comptes rendus*, 181, 1925, p. 528).

remarquer Terroine, M[lle] S. Trautmann et R. Bonnet, le rendement énergétique brut d'un processus de croissance ne serait pas une valeur fixe, mais variable suivant les conditions alimentaires faites à la cellule. Car, en effet, dans la dépense globale d'énergie que comporte la croissance, la part afférente à l'entretien serait variable.

En établissant que des modifications considérables de la concentration des aliments offerts à un microorganisme n'apportaient aucune modification de la valeur du rendement énergétique brut de ses processus de développement, Terroine, M[lle] S. Trautmann et R. Bonnet montraient par là même que l'influence de la quantité de combustible sur la dépense d'énergie d'entretien, observée chez les homéothermes, n'est pas un phénomène commun à tous les êtres vivants.

Mais une même étude devait être poursuivie en ce qui concerne les variations du comburant et cela d'autant plus que, si les physiologistes sont loin d'être d'accord sur ce point, certains affirment que les variations de la tension partielle de O^2 du milieu ambiant provoquent des modifications correspondantes de l'activité respiratoire (Henze sur l'Anémone, le Siponcle et l'Actinie ; Vernon sur l'Anémone ; Lund sur la Planaire ; Mc Clendon sur Cassiopea ; Thunberg sur le Lombric, la Limace et la Larve de Tenebrio ; Amberson, Meyerson et Scott sur le Homard, la Limule, Nereis, Loligo, Palæmonœtes, etc. ; Wurmser et Jacquot sur une algue, *Laminaria saccharina*, etc.).

La question se pose donc alors de savoir si les variations de la concentration en O^2 du milieu ambiant modifie la grandeur de la dépense d'entretien et par conséquent entraîne, lors de la croissance, une variation correspondante du rendement énergétique brut de ce processus.

Pour y répondre, nous avons examiné deux cas dans lesquels des études antérieures avaient fixé la valeur du rendement énergétique brut en milieu aérien : le développement du *Sterigmatocystis nigra* et la germination des graines de Lentilles et de Soja noir.

Développement du St. nigra. — La moisissure est ensemencée sur un milieu nutritif contenant, comme unique aliment organique, du glucose à raison de 3 pour 100, l'azote étant fourni par du sulfate d'ammoniaque à 0,5 pour 100 et le tout dissous dans le mélange salin de Czapek. Le développement s'opère dans des fioles d'Erlenmeyer de 125 renfermant 50^{cm^3} de solution nutritive, à l'obscurité à 36° pendant 3 jours.

Germination des graines. — Les graines superficiellement stérilisées, sont mises à germer dans des ballons sur eau distillée stérilisée. La germination s'opère à l'obscurité à 36° et dure 4 à 6 jours.

Dans les deux cas, le milieu gazeux est constitué soit par de l'oxygène pur, soit par des mélanges d'air et d'oxygène; l'atmosphère est renouvelée deux fois par 24 heures afin d'éviter l'accumulation de CO^2.

Les déterminations du rendement énergétique brut sont faites suivant notre technique habituelle et l'on trouvera ci-dessous les résultats qu'elles nous ont permis d'acquérir, comparés à ceux acquis par les recherches antérieures dans des conditions rigoureusement identiques; mais l'atmosphère des récipients étant constituée par de l'air.

Teneur en O^2 du milieu en pour 100.	Nombre de déterminations.	Rendement énergétique. Valeurs extrêmes.	Valeur moyenne.
	Sterigmatocystis nigra.		
Air.........	d'après Terroine et Wurmser	»	0,58
50..........	1	»	0,57
80..........	3	0,55-0,61	0,57
100.........	4	0,55-0,63	0,57
	Lentille.		
Air.........	d'après Terroine, Bonnet et Joëssel	»	0,62
100.........	5	0,60-0,64	0,62
	Soja noir.		
Air.........	d'après Terroine, S. Trautmann et Bonnet	»	0,54
100.........	5	0,52-0,55	0,53

Les chiffres répondent sans la moindre équivoque à la question posée : quelle que soit la concentration du milieu en O^2, la valeur du rendement énergétique reste constante.

C'est dire, par là même, que la variation de la quantité de comburant offerte aux organismes étudiés ne modifie pas plus la dépense d'entretien de ces organismes que ne le fait la variation de combustible. C'est dire, par conséquent, et c'est la conclusion générale qui se dégage de l'ensemble de nos recherches sur ce point, que c'est dans la seule intimité de l'organisme qu'il faut aller chercher les causes de la grandeur des combustions et non dans les conditions extérieures de leur existence.

PHYSIOLOGIE. — *La loi de Bunsen-Roscoe s'applique-t-elle à l'excitation lumineuse des Invertébrés ? (Résultat de recherches sur* Mya arenaria.) Note de M. **Henri Piéron**, présentée par M. Henneguy.

Dans un grand nombre de travaux sur le phototropisme et sur les lois de l'excitation lumineuse chez les Invertébrés, on a soutenu que la loi photochimique de Bunsen-Roscoe (constance de la quantité d'excitation liminaire, quelle que soit la durée d'excitation, jusqu'à une certaine limite de sommation) s'appliquait toujours. En particulier, dans une série d'importantes études sur la *Mya*, Hecht a donné des chiffres qui paraissent probants en faveur de la validité de la loi.

Ces résultats ne laissaient pas d'être surprenants, non seulement parce que, dans l'étude de la vision humaine, la loi de Bloch (qui est identique à la loi de Bunsen-Roscoe) n'est pas valable, et que la quantité liminaire croît avec la durée de l'excitation (tout comme dans la stimulation électrique des nerfs), mais encore parce que l'on sait bien qu'une quantité de lumière constante ne donne pas des effets égaux en matière d'action photochimique, tout au moins pour l'action sur les sels d'argent, révélée par le noircissement photographique (à laquelle s'appliquait la loi), contrairement à la formule simple de Bunsen-Roscoe.

J'ai donc repris, sur *Mya arenaria*, des expériences d'excitation lumineuse, pour déterminer le seuil de la réaction (mouvement de rétraction des siphons) avec des expositions de durée variable, en utilisant un appareillage précis, permettant, ce qui ne paraît pas avoir été le cas dans les expériences des divers auteurs, faites sur les Invertébrés, la connaissance exacte, absolument nécessaire, de l'intensité et de la durée de l'excitation. Les recherches ont été faites à la station de biologie marine d'Arcachon, en utilisant, en chambre noire, un tachistoscope à fente réglable mû par un moteur électrique à vitesse constante, coupant le flux sur une image réelle de la source, et un projecteur dont la lumière, après avoir été diffusée, était réfléchie à angle droit, et verticalement projetée sur la *Mya*, placée en cristallisoir, le réglage d'intensité se faisant au moyen d'un disque à secteurs d'ouverture variable, tournant à très grande vitesse devant la lentille du projecteur. Le seuil de la réaction était observé au moyen d'une ampoule rouge constamment allumée, et dont la luminosité se trouvait être sans effet (en raison de la très faible sensibilité de la *Mya* aux rayons de grande longueur d'onde).

Les excitations successives étaient séparées par des intervalles de 10 à 15 minutes, nécessaires pour une récupération de la sensibilité initiale, le nombre d'excitations possibles au cours d'une séance chez un même individu étant d'ailleurs limité, par suite de la disparition brusque, à un moment donné, de l'excitabilité, due sans aucun doute à un phénomène d'inhibition.

Après quelques tâtonnements pour fixer l'ordre de grandeur des intensités nécessaires (réglées par l'emploi de diffuseurs d'albatrine superposés), des mesures purent être effectuées sur neuf individus (ayant donné chacun de 4 à 10 déterminations, 70 en tout), une séance sur un individu comportant toujours une et généralement deux déterminations du seuil de base.

En faisant égal à l'unité, le seuil de base (valeur de l'éclairement liminaire en exposition indéfinie), quelle que soit la sensibilité relative des individus au moment de l'expérience (le seuil se trouvant compris entre 0,57 et 7,4 lux, chez une quinzaine de *Mya*), les valeurs relatives de l'éclairement liminaire (*i*) correspondant aux diverses durées (*t*) d'excitation (entre 0,03 et 3 secondes) et de la quantité d'excitation (*it*) sont toujours comparables.

L'allure des courbes exprimant la variation de la quantité liminaire en fonction du temps est très constante. Voici les valeurs de *it* pour deux individus (avec entre parenthèses l'intensité liminaire) et les valeurs moyennes d'ensemble :

Durée d'excitation.	MYA. XVI.	MYA. XIII.	Valeurs d'ensemble.
sec			
0,030	» »	1,44 (48)	1,44
0,045	» »	» »	1,60
0,050	1,90 (38)	» »	1,79
0,075	» »	1,87 (25)	1,87
0,10	2,00 (20)	» »	2,25
0,12	» »	» »	2,64
0,15	» »	2,79 (18,6)	2,79
0,20	3,33 (16,6)	» »	3,33
0,30	3,75 (11,5)	3,00 (10)	3,38
0,39	4,00 (10,1)	» »	4,00
0,50	» »	» »	4,11
0,60	4,5 (7,5)	4,00 (6,6)	4,23
0,75	» »	» »	4,62
0,80	5,6 (7)	» »	»
1,00	5,3 (5,3)	4,25 (4,25)	4,88
1,50	» »	» »	5,50
2,50	6,25 (2,5)	7,00 (2,8)	6,44

Il est bien clair qu'à partir de la durée la plus courte que permettait notre dispositif, loin de rester constante, la quantité liminaire s'accroît notablement avec le temps (la limite de sommation devant être d'environ 8 à 9 secondes). La loi de Bunsen-Roscoe n'est donc pas valable. En outre, la courbe que donnent les quantités liminaires sur l'échelle des temps se montre identique à celle que j'ai obtenue dans les recherches sur l'excitation visuelle chez l'Homme (en laissant de côté les temps très courts, que je n'ai pu aborder encore chez la *Mya*) : les quantités liminaires croissent très vite, puis de plus en plus lentement, de sorte que, si la loi linéaire de Blondel et Rey ($it = a + bt$) peut être pratiquement utilisée avec certaines valeurs des constantes dans la phase des temps courts (de 0,03 à 0,25 sec.) et avec d'autres valeurs des constantes dans la phase des temps plus longs (de 0,25 à 2,50 sec.), la courbe des quantités liminaires, entre les limites expérimentales de durée, décrit en réalité une branche de parabole.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les propriétés hémolytiques des pédicellaires de certains Oursins réguliers.* Note de M. **Robert Lévy**, présentée par M. F. Mesnil.

Les Oursins portent entre leurs piquants de petits organes, les pédicellaires, constitués par une pince généralement à trois mors montée sur une tige. On en distingue quatre formes : tridactyles, ophicéphales, trifoliés, gemmiformes, ces derniers portant des poches glandulaires appendues aux valves de la pince. On attribue aux pédicellaires un rôle de nettoyage et de défense. H. Prouho, J. von Uexküll ont considéré les gemmiformes comme venimeux. Victor Henri et Mlle E. Kayalof (¹) ont injecté à divers invertébrés et vertébrés des macérations de différentes formes de pédicellaires prélevées sur plusieurs espèces d'Oursins et ont constaté qu'elles étaient, en somme, toutes toxiques.

Ces données m'ont incité à rechercher, sur des Oursins réguliers communs à Roscoff, si les pédicellaires contenaient des toxines hémolytiques. Toutes mes expériences ont été faites avec des hématies de Mouton. J'ai commencé par essayer séparément l'effet des quatre formes de pédicellaires du *Paracentrotus lividus* (Lamarck). Je broyai les pédicellaires dans l'eau salée physiologique et filtrai. Les liquides ainsi obtenus n'hémolysent

(¹) V. Henri et E. Kayalof, *C. R. Soc. Biol.*, 60, 1906, p. 884. — E. Kayalof, *Étude des pédicellaires chez les Oursins* (*Thèse de médecine*, Genève, 1906).

point lorsqu'ils sont seuls, mais, si on les additionne de lécithine ou mieux de vitellus de Poule, on constate que ceux provenant des gemmiformes hémolysent [1], les autres non.

J'essayai ensuite les pédicellaires de trois formes d'un autre Oursin régulier : *Echinus esculentus* Linné. Les gemmiformes et les tridactyles contiennent des toxines hémolytiques, les ophicéphales non.

Des essais portant sur deux individus d'une troisième espèce, *Psammechinus miliaris* (Gmelin), me donnèrent enfin des résultats positifs avec les tridactyles, négatifs avec les gemmiformes.

Des épreuves quantitatives exécutées dans des conditions comparables m'ont montré qu'il existe, au point de vue de la richesse d'une forme déterminée de pédicellaires en toxine, des variations individuelles considérables, allant de zéro jusqu'à une teneur relativement très grande, si l'on tient compte de l'extrême petitesse des pédicellaires.

La toxine hémolytique semble localisée exclusivement dans les pédicellaires. Je n'en trouvai ni dans le sang, ni dans les macérations de divers tissus : fragments de téguments prélevés à la base des piquants, pieds ambulacraires, testicules, ovaires (essais avec *Paracentrotus* et *Echinus*).

Le sang du *Paracentrotus* n'empêche point l'hémolyse par la toxine des gemmiformes de la même espèce.

Le fait que les toxines hémolytiques des pédicellaires d'Oursins ne manifestent leur action qu'en présence de lécithine ou de vitellus de Poule m'a conduit à rechercher si ces toxines n'agissent point par un processus catalytique, libérant des produits hémolytiques aux dépens des substances présentes dans ces adjuvants. Les précédents sont en effet nombreux. C. Delezenne, S. Ledebt et E. Fourneau ont démontré complètement que les venins de Serpents agissent ainsi (formation de *lysocithine* aux dépens des phosphatides du vitellus). J'ai, depuis, mis en évidence des processus analogues dans l'action des venins de la Scolopendre, de l'Abeille (résultats confirmant ceux de S. Belfanti), du Scorpion *Heterometrus maurus* [2].

Mon hypothèse a été pleinement vérifiée. Si l'on ajoute à une dilution de jaune d'œuf dans de l'eau physiologique la macération d'un petit nombre de pédicellaires d'Oursin (gemmiformes de *Paracentrotus* ou *d'Echinus*, tridactyles *d'Echinus*), le mélange est d'abord inactif. Puis la propriété hémolytique se développe progressivement et devient bientôt extrêmement

---

(1) Même constatation en opérant avec des hématies de Cheval, de Bœuf, de Porc.

(2) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1093.

intense ; après un certain nombre d'heures, on atteint une limite d'activité, exactement la même que celle que l'on aurait eue en traitant du jaune d'œuf par un des venins précités.

Il conviendrait, pour être sûr de l'identité des phénomènes chimiques, d'isoler et d'examiner le produit formé dans le cas présent, mais nous pouvons dès maintenant affirmer qu'au point de vue du mécanisme de l'hémolyse, l'analogie est certaine.

Conclusions. — En nous fondant sur les résultats obtenus avec les trois espèces étudiées, on peut formuler les conclusions suivantes :

Les pédicellaires des Oursins réguliers, reconnus jusqu'ici comme toxiques, contiennent des toxines hémolytiques qui ne manifestent leur action qu'en présence de lécithine ou de vitellus de Poule.

Ces toxines peuvent se trouver non seulement dans les pédicellaires gemmiformes porteurs de poches glandulaires, mais aussi dans les tridactyles qui sont dépourvus de telles poches. Au point de vue de la répartition de la toxine entre ces deux formes ainsi qu'à celui de la richesse des pédicellaires en toxines, on observe des différences spécifiques et individuelles considérables.

L'hémolyse par les toxines de pédicellaires d'Oursins est due à un processus catalytique tout à fait analogue à celui qui a été précédemment mis en évidence par les venins de Serpents, de Scolopendre, d'Abeille et de Scorpion.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur l'acidification du milieu par cytolyse cellulaire.* Note (¹) de Mme **Anna Drzewina** et de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Henneguy.

Dans une série de travaux publiés de 1920 à 1922, nous avons signalé l'importance de la masse dans la résistance de divers animaux marins et d'eau douce à la nocivité du milieu. Certaines espèces, vis-à-vis de certaines substances, résistent d'autant mieux que les individus sont en plus grand nombre et dans un volume plus restreint de la solution toxique; pour d'autres, c'est le contraire. Les *Convoluta*, traitées par le chlorure de potassium, sont dans ce dernier cas, comme nous l'avons indiqué précédemment [2].

---

[1] Séance du 26 octobre 1925.

[2] *Comptes rendus*, **173**, 1922, p. 330.

Nous sommes aujourd'hui en mesure de préciser le mécanisme qui intervient dans ce phénomène si curieux d'auto-destruction. En effet, si toute *Convoluta* passant au voisinage d'une autre en voie de cytolyse est frappée à son tour, comme si elle était contagionnée, c'est parce que, autour et à proximité immédiate d'une *Convoluta* en cytolyse, le liquide ambiant s'acidifie de façon si intense que cette acidification est mortelle pour tout individu qui pénètre dans sa zone d'action.

Nous nous sommes aperçus du fait à la suite d'expériences avec du rouge neutre; l'eau autour des *Convoluta* cytolysées par ce colorant rougissait fortement, révélant ainsi une acidification. Si, dans les cas des *Convoluta* traitées au KCl, on laisse tomber, sur un petit amas d'individus cytolysés, une goutte de rouge de méthyle, qui est jaune dans l'eau de mer normale, l'eau autour de l'amas devient immédiatement rouge; on est au-dessous de P_H 5. Pour plus de précision, nous placions dans un des tubes dont on se sert couramment au cours de déterminations colorimétriques du P_H quelques centaines ou milliers de *Convoluta*, avec 10^{cm^3} d'eau de mer additionnée de KCl dans les proportions indiquées dans notre Note, ou bien encore avec 10^{cm^3} d'eau douce, qui est pour les *Convoluta* un puissant agent de cytolyse. Après une quinzaine de minutes, en agitant le tube avec 8 gouttes de rouge de méthyle alcoolique, on obtient une teinte rouge uniforme correspondant au P_H 4,4. Ainsi, un amas de *Convoluta* du poids de quelques milligrammes ramène en peu de temps le P_H de 10^{cm^3} d'eau, de P_H 7 environ (eau douce) à P_H 4,4. On s'explique dès lors le fait énoncé plus haut, à savoir que les *Convoluta*, traitées au KCl dans un volume restreint de liquide, succombent quand elles sont nombreuses et résistent quand elles sont en petit nombre.

Dans le premier cas, aussitôt qu'un premier individu, le plus sensible, se cytolyse, d'autres qui, étant nombreux, passent à proximité immédiate, se trouvent dans une zone acide au-dessous du point iso-électrique des albumines; ils se cytolysent donc fatalement, et la contagion gagne ainsi rapidement de proche en proche. Au contraire, quand il n'y a, dans un verre de montre, que trois, ou cinq, ou dix individus, ils sont dispersés, et la cytolyse d'un n'est pas suffisante pour abaisser le P_H du liquide à un point mortel pour les autres. C'est bien la cytolyse qui est en jeu, et non pas quelque substance libérée par suite de la rupture du corps de l'animal. En effet, quand on coupe en deux ou plusieurs tronçons des *Convoluta* placées dans l'eau de mer normale, les morceaux continuent souvent pendant longtemps à vivre et à se déplacer, et aucune acidification ne se produit.

Mais quand, dans quelques gouttes d'eau normale additionnée de trace de révélateur, on écrase entre lame et lamelle des *Convoluta* et qu'on suit sous le microscope la cytolyse qui en résulte, on voit aussitôt une zone acide s'établir autour de chaque *Convoluta* écrasée et l'on voit frappée de cytolyse chaque *Convoluta* neuve qui pénètre dans cette zone acide.

Nous avons essayé de répéter ces expériences sur d'autres organismes; nous avons toujours constaté une acidification consécutive à la cytolyse cellulaire, mais qui n'atteignait pas les P_H aussi bas qu'avec *Convoluta*. Quand on cytolyse par exemple, sur lame, dans l'eau douce, un tentacule d'*Anthea cereus*, il s'entoure, avec le bromothymol bleu, d'un halo jaune orangé : P_H 6,0. Avec des œufs d'Oursin, *Strongylocentrotus lividus*, placés dans un tube contenant 10^{cm^3} d'un mélange d'eau bidistillée (80 pour 100) et d'eau de mer ($P_H = 8,0$), on arrive également au P_H 6. On peut vérifier sous le microscope que le virage coïncide exactement avec la cytolyse des œufs.

A $15^h 55^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $15^h 55^m$.

É. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'octobre 1925.

L'Indo-Chine; ses richesses marines et fluviales; exploitation actuelle; avenir, par A. Gruvel. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1925; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. Louis Mangin.)

De l'utilisation dans l'industrie des peaux de certains reptiles de nos colonies, par A. Gruvel. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1925; 1 fasc. 24cm,5. (Présenté par M. Louis Mangin.)

Succession des éruptions et bibliographie du volcan actif de La Réunion, par Alfred Lacroix. (Extrait du *Bulletin volcanologique*.) Napoli, R. Stabilimento tipografico Francesco Giannini e figli, 1925; 1 fasc. 24cm,5.

British Flora, by Gaston Bonnier. London and Toronto, J.-M. Dent and Sons Ltd, 1925; 1 vol. 17cm.

Turbines hydrauliques, par A. Rateau, D. Eydoux, M. Gariel. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926; 1 vol. 23cm,5.

Structures des molécules, V conférences faites au laboratoire de M. Ch. Moureu et à la Société de chimie physique, par Victor Henri. Paris, J. Hermann, 1925; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. Jean Perrin.)

Mémoires de l'Office scientifique et technique des pêches maritimes. Série spéciale, n° 2 : *Catalogue illustré des animaux marins comestibles des côtes de France et des mers limitrophes avec leurs noms communs français et étrangers*. — 2e Partie : *Poissons cartilagineux, Mollusques, Crustacés, etc.*, par Louis Joubin et Ed. Le Danois. Paris, Blondel La Rougery, 1925; 1 vol. 28cm.

Birds of Ceylon, by W. E. Wait : Ceylon, Colombo Museum; London, Dulau and Co, s. d.; 1 vol. 25cm,5.

Les deux éthers; la vraie figure du monde, par Paul Colliard. Paris, Étienne Chiron, 1925; 1 vol. 19cm.

Calcul des probabilités, par Paul Lévy. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 vol. 25cm,5. (Présenté par M. Hadamard.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 5 octobre 1925.)

Note de M. *R. Weil*, Synthèse de la cristobalite par voie humide :

Page 424, ligne 7, *au lieu de* $1^{mm},487$, *lire* 1,487; ligne 19, *au lieu de* pour des solutions plus concentrées, *lire* pour des solutions moins concentrées.

(Séance du 3 novembre 1925.)

Note de M. *René Fabre*, Contribution à l'étude de l'hématoporphyrine :

Page 623, dernière ligne, *au lieu de* $\frac{1}{5} \times 10^7$, *lire* $\frac{1}{5 \times 10^7}$.

Page 624, ligne 2, *au lieu de* $\frac{1}{5} \times 10^5$, *lire* $\frac{1}{5 \times 10^5}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 NOVEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Nicolas Lusin**, professeur de mathématiques à l'Université de Moscou, qui assiste à la séance.

M. **Jean Perrin** rend compte de la mission qu'il a reçue de l'Académie pour la représenter dans la délégation envoyée par le Gouvernement à l'occasion de la célébration du Centenaire de l'Académie de Budapest. Il insiste sur l'accueil tout particulièrement chaleureux qui a été fait à la délégation française par le Gouvernement hongrois, par l'Académie et par l'ensemble des milieux universitaires.

HYDROGRAPHIE. — *Sur le relief sous-marin du Golfe de Gascogne.* Note (1) de M. **E. Fichot**.

M. Mangin, en déposant la relation de la croisière effectuée, en 1925, par le *Pourquoi-Pas?* sous le commandement de M. Jean Charcot, vient de faire allusion au plateau sous-marin récemment signalé dans le Golfe de Gascogne. Cette question se trouvant ainsi posée devant l'Académie, je crois devoir dire, pour dissiper toute équivoque, que la non-existence de ce plateau ne faisait plus aucun doute depuis l'exploration méthodique de la région intéressée effectuée du 14 au 27 août 1925, d'après les instructions du Service hydrographique, par le navire hydrographe *Gaston Rivier*,

(1) Séance du 9 novembre 1925.

sous la direction de M. l'ingénieur principal Cathenod. Les profils du relief sous-marin, inscrits sur les bandes de l'enregistreur dû à M. l'ingénieur Marti, dont sont munis les appareils de sondage par ultra-sons du *Gaston Rivier*, prouvent, sans contestation possible, que l'isobathe de 200^m, marquant vers le large la frontière escarpée du plateau continental, n'a subi aucune modification depuis la détermination remarquablement précise qu'en ont faite en 1828 les hydrographes formés à l'école de Beautemps-Beaupré.

Le prétendu plateau du Golfe de Gascogne n'existe pas.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers-oxydes de la série grasse.* Note de M. **Jean-Baptiste Senderens.**

I. Dans une série de Communications [1], j'ai exposé une méthode de préparation des éthers-oxydes par déshydratation des alcools au moyen de l'acide sulfurique. La méthode est basée sur ce double principe : 1° l'acide sulfurique agit comme catalyseur, et, à ce titre, il n'en faudrait qu'une minime quantité; mais 2° l'action catalytique ne s'exerce qu'à partir d'une certaine température, généralement supérieure au point d'ébullition de l'alcool, en sorte que pour atteindre cette température il est nécessaire d'employer d'autant plus d'acide sulfurique que le point d'ébullition de l'alcool, corrélatif de son poids moléculaire, est moins élevé.

C'est ce que j'ai fait remarquer pour les éthers déjà décrits et qui se trouve confirmé par la préparation des oxydes suivants :

Oxyde d'heptyle $(C^7H^{15})^2O$. — L'alcool heptylique bouillant vers 175° exige une faible quantité d'acide sulfurique (3 pour 100 en volume) pour s'éthérifier. La réaction se fait au voisinage de 145° et donne de l'eau qui distille avec un peu d'heptylène, tandis que l'éther-oxyde (75 pour 100 de l'alcool employé) reste dans le ballon, d'où on le retire par traitement au CO^3K^2 dissous et distillation de la couche supérieure décantée. Il bout à 261°,5 corr. $H = 745^{mm}$.

Oxyde de cétyle $(C^{16}H^{33})^2O$. — L'alcool cétylique ou hexadécylique appelé aussi éthal, fond à 50° et bout vers 340°. Son éthérification exigera donc moins d'acide sulfurique que le précédent. J'ai essayé de la réaliser avec 2^{cm^3} d'acide à 66°B. pour 100^g d'éthal; mais comme il y avait destruction,

[1] Cf. *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 813; 178, 1924, p. 1412; 179, 1924, p. 1015.

je me suis adressé à l'hydrate $SO^4H^2 + 3H^2O$ dont j'ai mêlé 4^{cm^3} à 100^g d'éthal fondu, dans une cornue qui a été portée et maintenue vers 145°. Il a distillé de l'eau, après quoi le liquide de la cornue versé dans une capsule s'est pris en un gâteau d'où l'oxyde de cétyle a été retiré pur par une série de cristallisations dans l'éther ordinaire bouillant. Ce sont des paillettes blanches, d'aspect micacé, fondant à 55° et se décomposant au voisinage de 300° quand on essaie de les distiller.

Oxyde de pentyle secondaire $\left(\begin{matrix}CH^3 - CH^2 - CH^2 \\ CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH\right)^2O$. — Placé par son point d'ébullition entre le butanol-2 et l'octanol-2, il fallait s'attendre à ce que le pentanol-2 exigerait moins d'acide sulfurique que le premier et plus que le second pour s'éthérifier. J'ai en effet, obtenu l'oxyde de pentyle secondaire, avec un rendement de 40 à 45 pour 100 de pentanol, en chauffant vers 120° le mélange de cet alcool avec 2,5 pour 100 en volume d'acide sulfurique à 66°B. Il bout à 162° corr. $H = 748^{mm}$, sa densité $D_4^{15} = 0,778$.

Oxyde d'allyle $(CH^2 = CH - CH^2)^2O$. — Cet oxyde jusqu'ici assez difficile à préparer, s'obtient aisément en déshydratant vers 105° l'alcool allylique par $\frac{1}{5}$ de son volume d'hydrate sulfurique $SO^4H^2 + 3H^2O$. L'emploi de l'acide à 66°B. expose à une forte explosion. Il distille, avec l'eau de la réaction, un mélange d'oxyde d'allyle et d'alcool dont l'oxyde se sépare par un traitement à l'eau et par distillation fractionnée. Ainsi préparé, l'oxyde d'allyle renferme une petite quantité de carbures condensés.

II. D'après ce dernier exemple on voit que la méthode de préparation des éthers oxydes par déshydratation catalytique des alcools au moyen de l'acide sulfurique s'applique aussi bien aux alcools non saturés qu'aux alcools saturés primaires et secondaires. Tout consiste à employer des proportions convenables de cet acide comme le montre le tableau suivant où l'on voit que les proportions d'acide sulfurique à 66°B. diminuent à mesure que le poids moléculaire de l'alcool augmente, et que, pour un même poids moléculaire, l'alcool secondaire exige, pour s'éthérifier, moins d'acide que le primaire.

	Points d'ébullition ([1]) Alcools.	Ethers.	Température d'éthérification.	Vol. d'acide sulfurique à 66° B. employé pour 100 vol. d'alcool.
	Alcools primaires.			
Ethylique	78°	34°,8	135°-140°	100
Propylique	97,4	87-88	120-125	40
Butylique	117	140-141	123-126	25
Isobutylique	108	122-124	120-122	20
Isoamylique	130	171-172	130-135	10
Heptylique	175	261,5	140-145	3
Cétylique	344	> 300	140-145	< 2
	Alcools secondaires.			
Propanol-2	83	67-68	98-100	15
Butanol-2	101	120-122	103-104	5
Pentanol-2	118	162	120	2,5
Octanol-2	179	263-264	135	1,5

Lorsque l'éther a un point d'ébullition notamment supérieur à la température de l'éthérification, il reste dans le ballon à réactions. Tels sont les éthers butylique, isoamylique, heptylique, cétylique et le pentanol-2 et octanol-2. La proportion d'acide sulfurique dans le mélange se maintiendra la même si au-dessous de cette température ne distillent pas les alcools et les carbures qui peuvent se former. Cette condition se trouve remplie pour très peu d'alcools. Avec les autres, par le fait de leur distillation, l'acide sulfurique se concentre et, au lieu d'éthers, il donnera des carbures. A plus forte raison en sera-t-il ainsi lorsque, en même temps que les alcools, les éthers distillent comme c'est le cas des oxydes de propyle d'isopropyle, etc., qui passent tout entiers dans le distillat.

Il importe donc de maintenir sensiblement les proportions d'acide sulfurique indiquées dans le tableau, à quoi l'on arrive facilement par un écoulement convenable de l'alcool employé, ce qui conduit à une fabrication continue de l'éther correspondant et constitue le côté pratique de la méthode que j'ai exposée.

([1]) Les points d'ébullition des alcools sont cités d'après les auteurs : les points d'ébullition des éthers résultent de mes expériences. Cf. *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1015, où par erreur le point d'ébullition de l'oxyde d'isobutyle est porté 102°-104° au lieu de 122°-124°.

M. **Ch. Lallemand** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du *Discours* prononcé par lui aux *obsèques de Camille Flammarion* et d'une allocution à l'Assemblée générale de la Société astronomique de France sur la *Théorie de la relativité*, dont il montre l'incertitude de la base et des confirmations expérimentales.

Il présente en outre un *Rapport*, dont il est l'auteur, sur les *Travaux du Service du Nivellement général de la France durant la période de* 1922 *à* 1924. On y trouve notamment exposés les résultats d'expériences comparatives faites, d'une part avec le niveau Wild, récemment adopté dans divers pays pour des nivellements de précision, et, d'autre part, avec les instruments utilisés pour l'exécution du Réseau fondamental français.

Ces expériences n'ont pas fait ressortir, en faveur du niveau Wild, un progrès appréciable. Si, par son emploi, l'erreur accidentelle moyenne s'est trouvée en effet diminuée d'environ 10 pour 100, aucun gain, par contre, n'a été réalisé du côté, beaucoup plus important, de l'erreur systématique.

Le même Rapport contient deux diagrammes donnant les variations du niveau moyen de la Méditerranée à Marseille, de 1885 à 1923, et celles du niveau moyen de l'Océan Atlantique à Brest, de 1860 à 1906. On constate au total, pour ce niveau moyen, un relèvement progressif d'environ trois quarts de millimètre par an, très probablement dû à un mouvement oscillatoire de très longue période. Cette constatation met fin à la légende, récemment répandue en Allemagne, d'un affaissement notable du sol de la France.

M. Lallemand présente enfin une troisième brochure sur *Charcot et l'École de la Salpêtrière*, où il montre que, moyennant l'acceptation d'une hypothèse, après tout guère plus invraisemblable que nombre d'autres couramment admises dans les sciences classiques, à savoir que, entre deux cerveaux ayant entre eux des affinités spéciales, la pensée peut se transmettre directement, sans intervention de la parole ou du geste, la plupart des phénomènes constituant le domaine de l'hypnotisme s'expliquent de la manière la plus simple.

NOMINATIONS.

MM. **Ch. Barrois**, **H. Le Chatelier**, **Ch. Moureu**, **G. Kœnigs**, **D. Berthelot**, **L. Lindet**, **A. Rateau**, **P. Sabatier** sont désignés pour représenter l'Académie à l'inauguration solennelle de l'*École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides* qui aura lieu à Strasbourg le 21 novembre.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un exemplaire de la *Mécanique analytique* de Lagrange, tome I (1811) et tome II (1815), portant, de la main de Barré de Saint-Venant, des annotations en marge et des pages entières reliées dans le volume. (Offert par M. J. Hermann, présenté par M. M. Brillouin.)

2° *Études géologiques dans la région de Pak-Lay* (*Moyen-Laos*), par René Bourret.

3° *Contributions à l'étude des roches indochinoises* : II. *Roches de la région de Nha Trang* (*Sud-Annam*). *Roches du nord du Tonkin*, par René Bourret.

4° *Traité théorique et pratique des Fraudes et Falsifications*, deuxième édition, par F. Chesney et E. Roux. Tome premier. (Présenté par M. L. Guignard.)

5° *Initiation à la Médecine*, par Henri Bouquet. (Présenté par M. E. Roux.)

6° *Les Poissons des eaux douces de France*, par Louis Roule. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

7° *La préhistoire par les étoiles; un chronomètre préhistorique*, par Marcel Baudouin. (Présenté par M. Charles Richet.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une classe étendue de surfaces.* Note [1] de M. **Ernest Laura**, présentée par M. Goursat.

Les surfaces, qui possèdent une famille de géodésiques situées sur des cylindres circulaires de même axe, peuvent se déterminer moyennant des quadratures. J'ai [2] en effet démontré que leurs équations, si (r, ϑ, z) est un système de coordonnées semi-polaires, sont :

$$(1)\qquad \begin{cases} \vartheta = \vartheta(r, u) \\ z = \int \left(\dfrac{\partial \vartheta}{\partial u} \operatorname{ch} u + r \operatorname{sh} u \dfrac{\partial \vartheta}{\partial r} \right) dr + r \operatorname{sh} u \dfrac{\partial \vartheta}{\partial u} du, \end{cases}$$

où $\vartheta(r, u)$ est une solution quelconque de l'équation

$$(2)\qquad \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial u^2} + r \frac{\partial \vartheta}{\partial r} = 0$$

et avec sh, ch on a indiqué le sinus et cosinus hyperboliques. M. Vitali [3] a observé que pour les surfaces (1), les lignes $r =$ const. sont encore géodésiques, si (r, ϑ, z) représentent un système de coordonnées curvilignes dont l'élément linéaire a la forme

$$ds^2 = K^2 dr^2 + r^2 d\vartheta^2 + dz^2,$$

avec K fonction convenable de r, ϑ.

Le problème qui découle de cette observation se résout en déterminant K, r, ϑ en fonction de x, y de manière que

$$(3)\qquad K^2 dr^2 + r^2 d\vartheta^2 = dx^2 + dy^2,$$

et ensuite z, φ et μ en fonction de r, ϑ par l'équation

$$(4)\qquad K^2 dr^2 + r^2 d\vartheta^2 + dz^2 = d\varphi^2 + \mu^2 dr^2.$$

Si j'écris (4) sous la forme

$$(K^2 - \mu^2) dr^2 + r^2 d\vartheta^2 = d\varphi^2 + dz^2,$$

on voit de suite que ces deux problèmes peuvent être résolus moyennant quadratures avec la méthode que j'ai donnée dans la Note citée.

L'interprétation géométrique des lignes planes $r =$ const. ainsi définies,

---

[1] Séance du 19 octobre 1925.

[2] *Atti del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti*, 84, 1925, p. 373-378.

[3] *Loc. cit.*, p. 641-644.

comme M. Bianchi a eu l'obligeance de m'indiquer, découle de l'équation satisfaite par la fonction $\vartheta(x, y)$. De l'équation (3), si $\Delta_1 \vartheta$ est le premier paramètre différentiel, on tire

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial x}\frac{\partial \Delta_1 \vartheta}{\partial x} + \frac{\partial \vartheta}{\partial y}\frac{\partial \Delta_1 \vartheta}{\partial y} = 0.$$

Faisant usage des notations de Monge, on a enfin

$$p^2 r + 2pqs + q^2 t = 0. \tag{5}$$

Cette équation montre que pour la surface, dont l'équation en coordonnées cartésiennes est $z = \theta(x, y)$, les lignes de pente sont aussi des lignes asymptotiques. J'appellerai (B) ces surfaces.

L'observation faite auparavant montre que toutes les surfaces (B) se déterminent moyennant quadratures et opérations algébriques; c'est-à-dire qu'on peut intégrer complètement l'équation (5).

Réunissant ces résultats, on parvient enfin aisément au théorème suivant:

Si $f_1(r, \alpha)$, $f_2(r, u)$ sont respectivement deux solutions quelconques des équations aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 f_1}{\partial \alpha^2} - r\frac{\partial f_1}{\partial r} = 0,$$
$$\frac{\partial^2 f_2}{\partial u^2} + r\frac{\partial f_2}{\partial r} = 0$$

et si (x, y, z) indiquent des coordonnées cartésiennes orthogonales, les équations

$$x = \int\left(-\cos\alpha \frac{\partial f_1}{\partial \alpha} + r\sin\alpha \frac{\partial f_1}{\partial r}\right) dr + r\frac{\partial f_1}{\partial \alpha}\sin\alpha\, d\alpha,$$
$$y = \int\left(\sin\alpha \frac{\partial f_1}{\partial \alpha} + r\cos\alpha \frac{\partial f_1}{\partial r}\right) dr + r\frac{\partial f_1}{\partial \alpha}\cos\alpha\, d\alpha,$$
$$z = f_1(r, \alpha),$$

sont les équations paramétriques d'une surface dont les lignes $r =$ const. sont lignes de pente et lignes asymptotiques (surface B).

Les équations

$$x = \int\left(-\cos\alpha \frac{\partial f_1}{\partial \alpha} + r\sin\alpha \frac{\partial f_1}{\partial r}\right) dr + r\frac{\partial f_1}{\partial \alpha}\sin\alpha\, d\alpha,$$
$$y = \int\left(\sin\alpha \frac{\partial f_1}{\partial \alpha} + r\cos\alpha \frac{\partial f_1}{\partial r}\right) dr + r\frac{\partial f_1}{\partial \alpha}\cos\alpha\, d\alpha,$$
$$z = \int\left(\operatorname{ch} u \frac{\partial f_2}{\partial u} + r\operatorname{sh} u \frac{\partial f_2}{\partial r}\right) dr + r\frac{\partial f_2}{\partial u}\operatorname{sh} u\, du,$$
$$f_1(r, \alpha) = f_2(r, u)$$

représentent paramétriquement une surface dont les lignes géodésiques $r =$ const. sont situées sur les cylindres qui projectent suivant l'axe z les lignes, qui sont simultanément lignes de pente et lignes asymptotiques d'une surface (B).

J'ai donné communication à l'Académie de ces résultats, car ils peuvent se rapporter à un groupe de recherches sur lesquelles l'Académie avait attiré l'attention des géomètres avec la question mise au concours pour l'année 1922.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des fonctions harmoniques.* Note de M. **Georges Bouligand**, présentée par M. Goursat.

Dans la théorie des ensembles de fonctions continues, il peut être commode d'introduire, à côté de l'égale continuité classique, la notion voisine d'*égale continuité relative* (E. C. R.). Soient les fonctions F(P) d'une certaine famille, dont chacune est continue dans un domaine fermé D : dire qu'elles y possèdent l'E. C. R., c'est dire que l'égale continuité ordinaire appartient à l'une des deux familles (prises d'ailleurs indifféremment)

$$F(P) : \sqrt{\int_D F^2(P)\, d\omega} \tag{1}$$

ou

$$F(P) : \max_D |F(P)|. \tag{2}$$

Cette notion donne lieu aux théorèmes suivants :

I. Une suite non décroissante de fonctions jouissant dans D de l'E. C. R., ou bien converge uniformément dans D vers une fonction continue limite, ou bien croît partout indéfiniment.

II. Soient les fonctions positives F(P, λ) qui dépendent, outre du point P, du paramètre λ, et jouissent dans D de l'E. C. R. Soit φ(λ) l'intégrale dans D de F(P, λ). Si φ(λ) est une fonction croissante de λ, le rapport F(P, λ) : φ(λ) demeure borné en chaque point lorsque λ croît indéfiniment.

Cela posé, des fonctions harmoniques positives dans un domaine ouvert possèdent l'E. C. R. dans tout domaine fermé intérieur. D'où, en vertu de I, le théorème d'Harnack [1]. En outre, *des fonctions harmoniques posi-*

[1] Cf. P. Montel, *Sur les suites infinies de fonctions* (*Ann. Éc. Norm.*, 3e série, 24, 1907, p. 323 et suiv.).

tives dans un domaine fermé, qui s'annulent sur une portion F_1 *de sa frontière* F *possèdent l'*E. C. R. *dans tout domaine fermé déduit du premier par l'ablation d'un certain voisinage de* $F - F_1$. Bien entendu, cet énoncé implique la continuité sur F_1 (théor. III).

Considérons maintenant des fonctions harmoniques dans un domaine conique ou cylindrique et s'annulant sur sa frontière, en nous attachant à étudier l'allure de ces fonctions soit au voisinage du sommet du cône, soit pour les points infiniment éloignés (d'un certain côté) à l'intérieur du cylindre. On a pour ces fonctions une représentation assez analogue à la série de Laurent, par un développement procédant suivant les fonctions fondamentales d'une section droite (sphérique ou plane) relatives à une fonction de Green (beltramienne ou harmonique) ([1]). On peut encore définir, grâce à ce développement, la partie singulière, et suivant qu'elle comprend ou non un nombre fini de termes, dire si l'on est en présence d'une *singularité polaire* ou d'une *singularité essentielle*. On démontre le théorème suivant (IV) :

Le caractère définitif d'une singularité polaire est l'E. C. R. *des empreintes de la fonction sur les sections droites, planes ou sphériques, du domaine cylindrique ou conique.* En effet, moyennant cette E. C. R., les fonctions (1) déduites de ces empreintes admettent au moins une fonction continue limite dont la somme des carrés des coefficients de Fourier est égale à l'unité. Or, en cas de singularité essentielle, chaque coefficient serait nul, d'où contradiction.

Ceci s'applique en particulier aux fonctions harmoniques, sauf en un point isolé O : tout se passe alors comme si chaque section droite du domaine d'harmonicité (envisagé comme un domaine conique de sommet O) comprenait toute la sphère.

Enfin l'E. C. R. joue un rôle essentiel dans la démonstration résumée ici même ([1]) d'un important théorème de M. Picard relatif au cas *où la partie singulière est toujours positive :* alors, *la singularité est un pôle du premier ordre.* Ce résultat résulte de la connaissance de la loi de croissance ([2]) de k' (intégrale δ de $F(P)\varphi_1(P)$ où φ_1 est la première fonction fondamentale de la section droite (constamment positive), qui assigne une borne à la croissance de l'intégrale δ' de $F(P)$: en vertu de l'E. C. R.

([1]) *Sur les singularités des fonctions harmoniques* (*Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1037).

([2]) En fonction de OP pour un domaine conique, de la cote de P pour un domaine cylindrique.

(th. III) on a par II une borne à la croissance de F(P) sur chaque rayon vecteur (ou parallèle aux génératrices), d'où une borne à la croissance de l'intégrale de $F^2(P)$ dans la section droite. Le théorème en résulte. Ajoutons qu'une inégalité $F(P) < K\overline{OP}^{-\alpha}$ (cas des domaines coniques) *entraîne encore que la singularité est polaire* : car la somme des éléments positifs et des éléments négatifs de $\mathfrak{z}$ ou de $\mathfrak{z}'$ aura une croissance ne dépassant pas celle de $\overline{OP}^{-\alpha}$. On en déduirait la même borne pour la croissance des intégrales du produit de F(P) par les fonctions fondamentales d'indices suffisamment grands, alors que ces intégrales, immédiatement évaluables, dépassent justement cette croissance. L'extension aux domaines cylindriques est immédiate. Un cas particulier de ce théorème avait été indiqué par M. Stozek (¹).

MÉCANIQUE. — *Chronostrobomètre*. Note (²) de M. **A. Guillet**, présentée par M. A. Cotton.

I. On peut obtenir la mesure exacte, par lecture directe et à un instant donné, d'une fréquence de rotation ou d'oscillation, en faisant servir le *moteur chronométrique* (³) à l'observation stroboscopique du mécanisme dont on désire suivre la marche. On remarquera en effet qu'un tel moteur comporte, par son diapason réglant D, une fréquence fondamentale F bien connue, permanente et sûre. Le mouvement oscillatoire du diapason est transformé, par la roue R qu'il commande, en un mouvement de rotation de fréquence $f = F : \Phi$, si la roue employée porte Φ dents.

L'appareil est complété par un petit chariot C muni d'un axe de rotation A sur lequel on a calé des roues dentées voisines r_1, r_2, ..., ainsi que l'organe E qui provoque les visions par éclairs. Ce chariot s'adapte au bâti du moteur chronométrique et peut recevoir, dans deux directions rectangulaires, des translations d'assez faible amplitude, permettant de mettre en prise l'une des roues r avec une autre roue dentée r' préalablement chaussée sur l'axe du moteur.

Pour un pouvoir multiplicateur m du système des roues r, r' et un nombre de visions N par tour de l'axe A, la fréquence des éclairs produits

(¹) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 727.
(²) Séance du 3 novembre 1925.
(³) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 741.

est $N' = f.m.N$. S'il était nécessaire de faire varier N' d'une manière continue, il faudrait déplacer ensemble deux masses identiques le long des branches du diapason.

II. Comment mesurer la fréquence de rotation X d'un moteur donné dont l'axe porte un index i qui lui est perpendiculaire.

a. En adoptant comme éclaireur E un disque de Plateau, on apercevra l'index à chacun des passages devant l'œil de l'un des trous de la couronne perforée choisie. Entre deux éclairs consécutifs, c'est-à-dire dans le temps $1 : N'$, l'index décrit donc $X : N'$ circonférences. Or, on peut toujours poser $X : N' = a + p : q$, a étant un nombre entier quelconque, alors que p est un nombre entier plus petit que q et premier avec celui-ci. Les positions de l'index saisies par l'œil formant une étoile régulière ayant q rayons, dont la succession dans le temps est donnée par la valeur de p, il y a autant d'étoiles possibles, en apparence identiques, qu'il y a de nombres premiers avec q et plus petits que lui. Comme d'autre part, la génération de l'étoile exige que l'index i décrive p circonférences, c'est-à-dire effectue p tours, elle est engendrée en un temps égal à $p : X$; l'étoile sera donc vue en totalité ou seulement en partie selon que l'on aura $\theta \geqq p : X$ ou $\theta < p : X$, θ étant la durée de la persistance des images reçues par la rétine. Dans le premier cas on compte le nombre q des rayons. Si l'index se meut en regard d'une couronne divisée fixe, on obtient aussi q en relevant l'angle que forment deux rayons consécutifs dans le plan qui les contient. Il est même possible alors de déterminer la fraction $p : q$ en recouvrant deux trous consécutifs d'une lamelle transparente colorée qui les différencie.

En regard des séries de trous et suivant un même diamètre horizontal, sont disposés de petits tubes jointifs devant lesquels on déplace l'œil. Ayant lu les valeurs correspondantes q_1, q_2, ..., on a, pour déterminer les entiers a, p, les égalités :

$$X = N'_1 (a_1 + p_1 : q_1) = N'_2 (a_2 + p_2 : q_2) = N'_3 (a_3 + p_3 : q_3) \ldots$$

En raison du grand nombre de fréquences N' dont on dispose, il suffit dans la pratique d'opérer avec des étoiles simples, se réduisant par exemple à un, deux ou trois rayons.

b. Il est plus reposant pour l'œil de substituer à l'écran perforé de Plateau, un autre écran à fond noir E' portant, au lieu de trous, de petits disques, ou pastilles, de papier blanc. On produit alors les éclairs au moyen du moteur à étudier. Si $1 : N'$ est la période de E' et $1 : Y$ celle des éclairs, les couronnes que le mouvement ne semble pas modifier sont celles qui satisfont à la con-

dition $N' : Y = k$, k étant un nombre entier. Le nombre des pastilles paraîtra doublé lorsque $2N' : Y = 2k+1$.... Si ces conditions ne sont qu'approximativement réalisées, les couronnes tournent sur elles-mêmes avec une vitesse angulaire qui mesure l'écart d'ajustement.

c. Pour lever automatiquement toute ambiguïté sur les entiers a, p et mesurer la fréquence X comme au compas, il suffit d'adapter au moteur chronométrique un organe donnant deux séries d'éclairs de même période pouvant être décalées à volonté l'une par rapport à l'autre. Les deux séries d'éclairs étant initialement en coïncidence, on observe, en les séparant d'une manière progressive et continue, un dédoublement croissant des images de l'index suivi d'une première coïncidence de ces images lorsque le décalage est tel que le moteur effectue un tour dans le temps τ' qui s'écoule entre deux éclairs consécutifs ..., puis d'une $k^{\text{ième}}$ coïncidence lorsque $X\tau' = k$.

Si au compas à deux trous on veut substituer des éclairs au néon, on excite la luminescence d'un tube chargé avec ce gaz au moyen d'un interrupteur à deux balais dont on peut modifier la position relative. Si β est la fraction de circonférence comprise entre les deux porte-balais lors de la coïncidence d'ordre k, on a $X = k.N' : \beta$.

d. Comme l'oscillation se ramène à la rotation par projection sur un diamètre des points où les rayons de l'étoile due aux positions apparentes de l'index coupent la circonférence, il n'y a rien à ajouter à ce qui précède relativement à la détermination d'une fréquence d'oscillations.

La vibration des gaz pouvant être traduite mécaniquement à l'aide d'un petit tambour de Marey, ou mieux d'une flamme manométrique, la méthode s'applique sans difficulté aux tuyaux.

Il n'est pas nécessaire pour la mesure d'une fréquence, de définir les images comme il est indispensable de le faire dans l'étude du fonctionnement d'un mécanisme [1].

---

[1] *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1447. — *Journal de Physique*, 6e série, 6, 1925, p. 78, S.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *L'équilibre que produirait la seule influence du rayonnement est impossible sur le Soleil et les étoiles. L'équilibre interne est isotherme et homogène.* Note de M. **Alex. Véronnet**, présentée par M. B. Baillaud.

L'équilibre *radiatif* (¹) d'une masse gazeuse, c'est-à-dire réalisé par le seul rayonnement sans courants de convection, a été étudié par Schwarzschild pour une atmosphère restreinte, par Eddington et Jeans pour l'intérieur d'un astre, par Milne pour l'ensemble, sans qu'ils soient arrivés à la solution générale.

Or l'étude des conditions à la surface permet de démontrer que la variation du rayonnement interne d'une couche par rapport à sa masse par cm^2 doit être partout constante. Ceci permet de déterminer la valeur de la constante introduite dans la formule établie pour l'intérieur, et d'étendre cette formule à toute la masse. Il est d'ailleurs impossible de réaliser rigoureusement les conditions à la surface. L'équilibre ne peut être qu'approché.

En appelant R le rayonnement émis en un point quelconque et I l'intensité de la radiation arrivant en ce point, dans une direction θ, on a simplement, R_1 étant le rayonnement à la surface et a le coefficient d'absorption

$$(1) \qquad I = R - R_1 \cos\theta, \qquad \frac{dR}{a\rho\, dr} = \frac{dR_1}{a\rho\, dr} = -R_1.$$

D'après cette formule, l'obscurcissement du disque du Soleil, en allant du centre au bord, serait égal à $\frac{1}{2}$ dans l'équilibre radiatif. Il est de 0,60 à la distance de 0,95 du centre. Les couches rayonnantes de la surface du Soleil ne sont certainement pas dans l'état d'équilibre radiatif. Il y existe certainement une surface de rayonnement plus intense, la photosphère, surmontée d'une atmosphère.

L'intégration de l'équation différentielle permet d'écrire, en introduisant le rayonnement extérieur de l'étoile mesuré par la température effective T_e, et la température limite T_1 des couches superficielles,

$$(2) \qquad \frac{T^4}{T_1^4} = am + 1, \qquad \frac{4}{3}\frac{T^4}{T_e^4} = \frac{a}{g}p + 1, \qquad 4\frac{dT}{T} = \frac{dp}{p}.$$

(¹) Nous employons ici, pour abréger, ce mot qui traduit le mot anglais *radiative* employé par Eddington.

La première formule est rigoureuse de la surface au centre. Elle donne la température T sur la couche qui supporte une masse m par cm^2. La seconde formule est valable de la surface, jusqu'à la profondeur où l'on peut négliger la variation de la pesanteur g. Elle est très suffisante pratiquement. Elle ne diffère que par les coefficients des formules de Schwarzschild, Eddington, Jeans et Milne.

La formule différentielle est indépendante de tous ces coefficients. Elle néglige la variation de la pesanteur g par rapport à celle de T et p. Elle est valable jusqu'au voisinage du centre. Si on l'introduit dans l'équation différentielle générale des gaz réels, que j'ai donnée dans une Note antérieure [1], on obtient pour la variation de la température et de la densité en fonction de la profondeur, dans l'hypothèse de l'équilibre radiatif,

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{dT}{dr} = -\dfrac{1}{4}\dfrac{g\mu}{R}\left(1-\dfrac{\rho}{\rho_0}\right), \\ \dfrac{d\rho}{dr} = -\dfrac{1}{4}\dfrac{g\mu}{RT}\rho\left(1-\dfrac{1}{3}\dfrac{p}{R}\dfrac{db}{dT}\right)\left(1-\dfrac{\rho}{\rho_0}\right)^2, \end{cases}$$

db indique la variation du covolume. La parenthèse contenant db, d'abord positive, s'annule et change de signe dès que la pression p devient assez considérable. La densité ρ d'abord croissante, devient alors décroissante avec la profondeur. L'équilibre se trouverait rompu au-dessous de cette couche critique et les couches plus légères remonteraient au-dessus.

On voit d'ailleurs que cette valeur de pdb est telle que la variation de température devient précisément égale, puis supérieure, à celle qui donnerait une densité constante. La densité ne peut donc que décroître.

Si l'on fait varier le covolume b ou la densité limite ρ avec la température suivant la formule classique de la dilatation, on trouve que la densité décroîtrait dès que sa valeur atteindrait les trois quarts de la densité limite du gaz. Ceci aurait lieu pour des pressions de quelques milliers d'atmosphères et à quelques centaines de kilomètres de profondeur seulement. L'équilibre radiatif serait impossible à l'intérieur du Soleil, tout comme à la surface.

D'ailleurs dans l'équilibre adiabatique, comme dans l'équilibre isothermique [2], et même dans le cas général, quelle que soit la forme de l'équilibre, on démontre que la température et la densité, croissantes à partir de

---

(1) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 692.
(2) *Comptes rendus*, **165**, 1917, p. 1055; **166**, 1918, p. 109, et **178**, 1924, p. 692.

la surface, tendent très rapidement vers des valeurs limites, de sorte qu'il se forme un noyau intérieur, très nettement distinct de l'atmosphère, et où la densité et la température sont sensiblement uniformes. L'équilibre interne des étoiles sera donc nécessairement homogène et isotherme, d'après la loi même des gaz réels.

GÉODÉSIE. — *La jonction géodésique de la Corse et de la France continentale.* Note de M. **Paul Helbronner**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Dès le lendemain de l'armistice, je reprenais les opérations de la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises* dont les *Comptes rendus*, avant la guerre, enregistraient chaque année les résultats [1]. A la fin de 1924, les réseaux détaillés, s'étendant sur environ 20000^{km^2}, étaient bridés par l'entretoisement complètement terminé de la chaîne méridienne des Alpes françaises, qui venait s'épanouir entre Toulon et la frontière sur un développement de littoral d'environ 180^{km}. L'évaluation de la précision de cette chaîne, dont l'intervalle entre les parallèles extrêmes est de près de 400^{km} se traduit par une erreur probable maxima voisine du $\frac{1}{400000}$ de la distance totale.

Cette précision m'a permis d'établir une grande base de départ dépassant 130^{km}, en vue d'une vaste opération de jonction géodésique de la Corse. A travers celle-ci, j'ai, de plus, prévu un enchaînement méridien qui, par-dessus le détroit de Bonifacio, irait se souder à la triangulation de la Sardaigne, exécutée par l'État italien de 1879 à 1881, et restée jusqu'ici sans liaison avec le continent.

Pour obtenir un grand côté d'arrivée, j'avais calculé que le Stello, situé dans la presqu'île du cap Corse, devait s'apercevoir des sommets de ma méridienne situés au-dessus de Nice, tandis que le Cinto (2710^{m}) et le Rotondo (2625^{m}) éloignés de 60 et de 70^{km} du Stello pouvaient être vus des sommets dominant Toulon à des distances de 256 et 270^{km}. Je constituais donc, non plus comme dans la jonction hispano-algérienne de 1879 un quadrilatère à deux diagonales, mais une figure complexe s'attachant à

---

(1) *Comptes rendus*, **139**, 1904, p. 719 et 967; **141**, 1905, p. 754; **142**, 1906, p. 337; **143**, 1906, p. 639; **144**, 1907, p. 736; **145**, 1907, p. 587; **147**, 1908, p. 560 et 1129, Rapport Bassot, prix Binoux; **148**, 1909, p. 1507; **149**, 1909, p. 728; **150**, 1910, p. 208; **151**, 1910, p. 664; **154**, 1912, p. 59; **155**, 1912, p. 770; **157**, 1913, p. 764; **159**, 1914, p. 558.

quatre stations de départ sur le Continent et à trois stations d'arrivée en Corse. Je me donnais ainsi la possibilité d'observer non plus huit, mais une vingtaine d'angles dont la moitié était suffisante pour offrir déjà les conditions surabondantes d'une compensation analytique.

Aux trois sommets de l'île, je fis édifier des mires métalliques, des piliers maçonnés et les constructions nécessaires à un habitat prolongé, et monter des projecteurs électriques avec leur source d'énergie lumineuse. Je fis créer des chemins muletiers, des sentiers et des pistes indispensables aux caravanes de construction et de ravitaillement.

L'aide la plus précieuse me fut accordée par les Ministres de la Guerre et de la Marine, en matériels et personnels, à condition qu'aucune dépense supplémentaire n'en résulterait pour le budget de l'État. L'opération commença en mai; y collaborèrent pendant 6 mois une dizaine d'officiers et plus de 200 hommes de troupes.

Les projecteurs furent équipés avec des miroirs ou des lentilles et éclairés par des lampes à incandescence de divers types donnant une émission lumineuse comprise entre 4 et 10 millions de bougies. Le courant était fourni par des piles à oxyde de cuivre ou par des accumulateurs.

Juin et juillet ayant été utilisés pour l'occupation des stations de ma méridienne de Corse, tandis que s'achevaient les installations des sommets de jonction, les opérations de celle-ci ne débutèrent qu'à la fin de juillet: 14 jours passés au sommet du Rotondo, 13 au Cinto, enfin 9 au Stello me donnèrent, chaque fois, pendant plusieurs nuits, de nombreuses séries angulaires, d'une concordance remarquable. Du sommet du Cinto, une des nuits favorables offrit, notamment, la perception ininterrompue des 5 projecteurs installés au Stello à 70^{km}, au mont Agel à 198^{km}, au mont Chauve à 206^{km}, à la Sauvette à 236^{km}, au Coudon à 256^{km}. De même, du Rotondo, j'ai observé le Coudon à $271^{km},1$, constituant le plus long des côtés géodésiques qui aient jamais été observés jusqu'ici. Les stations continentales furent occupées du 20 septembre au 4 novembre.

A mon cercle azimutal fut adaptée une puissante lunette munie d'un micromètre oculaire à 6 fils, éclairés électriquement comme ceux des microscopes.

Tandis qu'au Sud, mes observations doivent me permettre le rattachement avec la Sardaigne, de nombreuses séries recueillies à plus de 100^{km} vers l'Est, sur l'archipel toscan, rattacheront la partie centrale du réseau italien de premier ordre.

D'après les premiers dépouillements, les 4 triangles, complètement

mesurés, ferment à quelques secondes centésimales; l'un d'eux, Stello-Cinto-Rotondo, même à moins d'une seconde. A ces 4 équations aux angles, s'adjoignent 4 équations aux côtés, donnant ainsi pour une compensation simultanée de 15 angles, un système de 8 équations de condition. (La jonction hispano-algérienne a été obtenue par 8 angles soumis seulement à 3 équations aux angles et à 1 équation aux côtés.)

Cette jonction de ma méridienne des Alpes avec ma méridienne de Corse établit un enchaînement géodésique continu, de haute précision, de près de 800^{km}, qui permettra la mesure d'un arc de méridien compris entre deux parallèles écartés de plus de 550^{km}.

MAGNÉTISME. — *Sur un nouvel état magnétique de l'ion* $Co^{\cdot\cdot}$.
Note de Mlle **A. Serres**, présentée par M. A. Cotton.

L'étude thermomagnétique du sulfate de cobalt anhydre (amorphe), obtenu en déshydratant à chaud le sulfate hydraté, avait conduit jusqu'ici aux résultats suivants :

Théodoridès (¹), de la température ordinaire à 550°, a observé un sel possédant 25 magnétons avec un champ moléculaire négatif. On peut déduire des mesures de Honda et Ishiwara (²) s'étendant sur le même intervalle de température, l'existence d'un sel possédant 24 magnétons avec un champ moléculaire positif faible.

Aux basses températures : les mesures de Ishiwara (³), peuvent s'interpréter en attribuant au sel étudié 25 magnétons; Jackson (⁴) donne la valeur 25,2.

Les mesures très précises (tant au point de vue de la préparation chimique du sel à étudier, qu'au point de vue des mesures magnétiques proprement dites) que j'ai entreprises sur ce même sel m'ont mise en présence d'un sulfate possédant 26 *magnétons* avec un champ moléculaire négatif assez fort.

La déshydratation du sel hydraté, exempt de fer et de nickel, a été faite au rouge sombre comme l'indique Treadwell (⁵). Le sel était finement

(¹) Théodoridès, *J. de Phys.*, 6ᵉ série, 3, 1922, p. 1.
(²) Honda et Ishiwara, *Sc. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 4, 1915, p. 215.
(³) Ishiwara, *Sc. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 3, 1914, p. 303.
(⁴) Jackson, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, série A, 224, 1923, p. 1.
(⁵) Treadwell-Boll, *Analyse quantitative*, 2ᵉ édition, p. 133.

pulvérisé, puis tassé dans de petites ampoules cylindriques en quartz transparent scellées au chalumeau oxhydrique (les mesures portaient sur 5 à 7^{dg} de sel).

Le cobalt a été dosé par voie électrolytique dans le sulfate déshydraté avec une précision relative du millième.

Les mesures magnétiques ont été faites par la méthode d'attraction dans un champ non uniforme. Les valeurs absolues des susceptibilités reposent sur la comparaison du sel à l'étude avec le pyrophosphate de manganèse anhydre, dont la susceptibilité a elle-même été mesurée à 2 pour 1000 près par comparaison avec l'eau ($\chi_{H^2O} = -0,720 . 10^{-6}$ à 20°). Les résultats sont corrigés du diamagnétisme de l'ampoule de quartz et du diamagnétisme de l'anion SO^4 (correction de 3 à 9 pour 1000.

Les mesures ont porté sur deux préparations faites à quelques mois de distance. Pour chacune j'ai obtenu une droite $\left(\frac{1}{\chi}, T\right)$ bien déterminée fournissant les valeurs suivantes :

	Constante de Curie.	Constante de Curie mol.	Nombre de magnétons.	Point de Curie.
Première préparation....	0,02217	3,437	26,06	−50°,9
Deuxième préparation...	0,02202	3,414	25,98	−44°,9

Le tableau suivant (qui contient une série complète) montre la précision des mesures relatives à la première ampoule :

$\chi.10^6$.	T.	χ(T 50,9).	$\chi.10^6$.	T.	χ(T 50,9).
66,91......	280°,5	0,02217	29,75......	695°,4	0,02220
53,31......	364,5	0,02215	28,46......	728,5	0,02218
42,10......	476,6	0,02220	29,24......	707,5	0,02217
37,60......	539,2	0,02219	31,24......	659,5	0,02219
34,29......	594,6	0,02214	37,98......	532,6	0,02216
32,28......	635,2	0,02215	66,92......	280,6	0,02218

Ces mesures prouvent l'existence d'un nouvel état magnétique, à 26 magnétons, de l'ion Co·· (1). La valeur 25, elle aussi certaine, est établie par les mesures de Théodoridès (2). Cette diversité des états magnétiques d'un même ion dans le même sel a déjà été signalée pour les sels dissous (3), puis pour les sels à l'état solide (4).

---

(1) L'ion Co··, à 26 magnétons, a probablement été rencontré par Jackson dans un sulfate double de cobalt et de rubidium hydraté. Ses mesures faites aux basses températures ne permettent pas une détermination précise des valeurs absolues.

(2) *Loc. cit.*

(3) G. Foëx, *Ann. de Phys.*, 5e série, **16**, 1921, p. 174.

(4) G. Foëx, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 919.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de l'écrouissage et de la trempe sur les propriétés élastiques de divers métaux et alliages.* Note de MM. **A. Portevin** et **P. Chevenard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Le but de nos expériences était de préciser l'influence de l'histoire thermique et mécanique des échantillons sur les propriétés élastiques des métaux purs et des alliages. Des fils métalliques écrouis par tréfilage ou trempés ont été essayés au pendule de torsion, selon la technique précédemment décrite par l'un de nous (¹). Ils ont été soumis à des cycles thermiques progressivement étendus, au cours desquels on observait la variation du module de torsion μ, et du frottement interne caractérisé par le décrément δ. L'allure de la chauffe et du refroidissement était identique dans toutes les expériences : cette précaution est indispensable, car le module et le décrément d'un fil dépendent non seulement de sa température actuelle, mais du temps écoulé depuis le dernier traitement et depuis la mise en suspension dans le pendule (accommodation).

I. *Métaux purs et solutions solides et normales écrouis.* — A titre d'exemple, la figure 1 donne les courbes thermiques du module μ pour un fil d'or initialement écroui par tréfilage : les valeurs du module sont rapportées à μ_{15}^{250}, valeur observée à 15° sur le fil recuit à 250°.

La figure 2 représente l'influence de la température de recuit θ_r sur les propriétés élastiques à 15°, c'est-à-dire sur le module μ_{15}^{θ}, le coefficient thermoélastique γ_{15}^{θ} et le décrément δ_{15}^{θ}. Le module croît lentement, puis très rapidement au voisinage de la température de *recuit minimum* : 225° environ; il décroît au delà. La courbe du coefficient thermoélastique présente une allure analogue. Ce coefficient varie du simple au double suivant l'état du fil, ce qui explique la discordance des résultats publiés par les différents auteurs. Le décrément diminue jusque vers la température de recuit minimum pour ne présenter ensuite qu'une faible croissance : la courbe 1 correspond aux observations effectuées immédiatement après recuit et 2 aux observations effectuées 12 heures après : la distance entre ces deux courbes permet d'apprécier l'importance de l'accommodation.

Les phénomènes sont qualitativement les mêmes dans le cas des solutions solides normales, c'est-à-dire dépourvues d'anomalies, telles que les alliages or-argent.

(¹) P. Chevenard, *Comptes rendus*, 166, 1918, p. 73.

2° *Solutions solides anomales écrouies ou trempées.* — Dans le cas des ferronickels réversibles écrouis, on peut reconnaître, sur les diagrammes, la superposition des modifications d'ordre banal constatées précédemment, et des effets de l'anomalie réversible *modifiée par l'écrouissage*. Ce traitement abaisse le point de Curie et modifie l'amplitude de l'anomalie thermoélastique. La température de recuit minimum est voisine de 550° pour tous les ferronickels.

On note une allure analogue dans le cas des ferronickels trempés (trempe

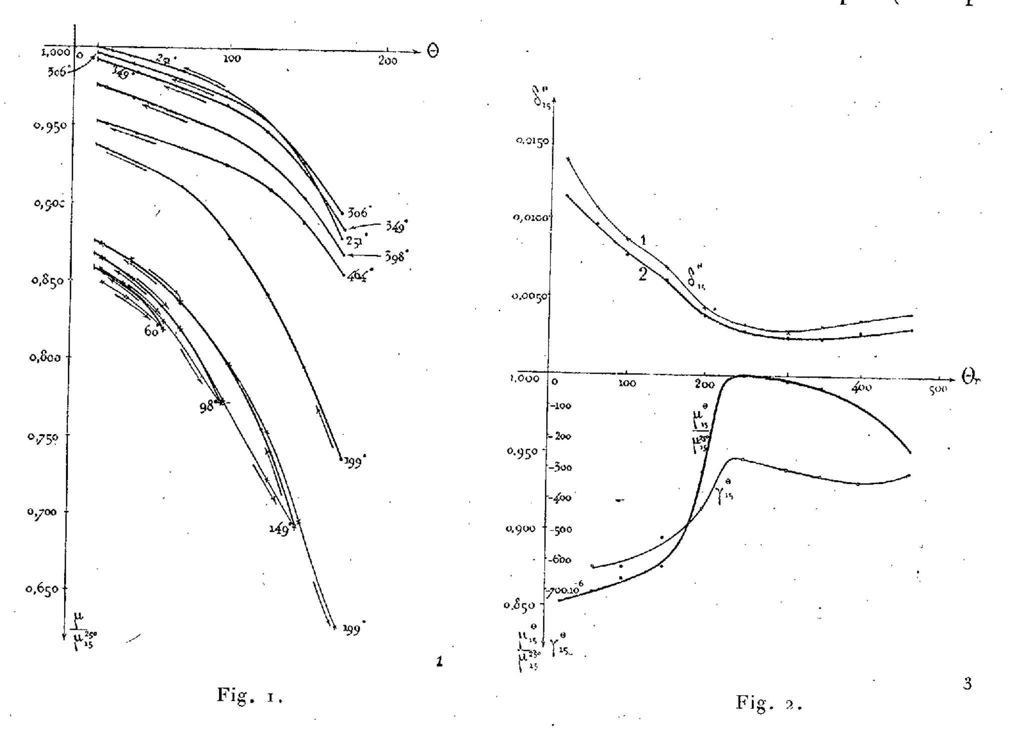


Fig. 1. Fig. 2.

monophasée). La trempe modifie l'amplitude de l'anomalie réversible, c'est-à-dire affecte le module et le coefficient thermoélastique; mais elle agit peu sur le décrément. La température de recuit minimum est comprise entre 500° et 550°.

3° *Agrégat prenant la trempe.* — Dans le cas d'un acier au carbone, la trempe diminue le module et accroît sensiblement le coefficient thermoélastique et le décrément; pour ce dernier, l'effet est surtout marqué au voisinage de la teneur eutectoïde. De plus, les courbes thermiques du décrément présentent une singularité très marquée vers 200°. Cette singularité déjà signalée (Ch.-E. Guye, F. Robin) est due à la trempe; comme l'a

montré l'un de nous [1], et contrairement à l'opinion admise par certains auteurs, elle est indépendante de la transformation magnétique de la cémentite puisqu'elle disparaît par recuit; elle ne peut être attribuée, non plus, à une nouvelle transformation polymorphique du fer, puisqu'elle est provoquée également par l'écrouissage.

D'une manière générale, au point de vue pratique, si les modifications apportées par les traitements thermiques et mécaniques sont relativement faibles pour le module (inférieures à 20 pour 100), il n'en est pas de même pour le décrément qui peut varier du simple au triple. Cette propriété a de l'importance pour les matériaux des organes soumis à des efforts alternés à cadence rapide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des alliages aluminium-silicium*. Note de **M. A. Petit**, présentée par M. Léon Guillet

J'ai étudié l'influence des conditions d'élaboration des alliages Al-Si, plus connus sous le nom d'Alpax, ainsi que l'effet d'additions ternaires et quaternaires sur ces alliages, avec ou sans traitements thermiques, les propriétés étudiées étant le cisaillement, la flexion, la dureté, l'aspect micrographique et, dans certains cas, l'usure et la fragilité.

Au point de vue de l'élaboration de l'alliage binaire, après avoir vérifié que lors de la coulée les résultats sont d'autant meilleurs que la vitesse de refroidissement est plus grande, j'ai déterminé les conditions optima de préparation : affinage au sodium à la température de 775°, coulée à 675°, cet affinage étant réalisé au moyen d'une seringue donnant des résultats supérieurs à ceux généralement obtenus à l'aide de la canne ordinaire d'affinage ; la meilleure teneur en sodium est aux environs de 0,5 pour 100, l'influence de cette teneur jusqu'à 1 pour 100 étant d'ailleurs d'autant plus faible que la vitesse de refroidissement après coulée est plus grande. Il est en effet à supposer qu'une partie seulement de ce sodium sert à l'affinage proprement dit, le reste formant un constituant ternaire avec l'aluminium et le silicium.

Au point de vue des additions spéciales, j'ai trouvé qu'aucun des métaux ou alliages essayés (K, Ca, Mg, Ce, Zn, Cu, Sb, Ni, Co, Bi, Mn, Sn, Fe, Cd, Pb, CuMg à 50 pour 100, CuMn à 50 pour 100, CuP à 15 pour 100 P)

(1) P. Chevenard, *loc. cit.*

ne pouvait remplacer l'affinage au sodium, et que cet affinage devait suivre immédiatement l'addition spéciale. La présence de fer, même à l'état d'impureté en quantité très faible, est à proscrire. Pour les autres métaux, l'influence a été peu importante, sauf pour les additions de Cu, Mg, CuMg et MgZn, en teneur variant entre 2 et 5 pour 100 ; le tableau ci-après donne quelques résultats sur ces alliages. Les traitements thermiques ont de l'influence sur ces derniers, surtout après coulée en sable, le refroidissement en coquille suffisant à produire l'effet de trempe ; le recuit à 400° pendant 1 heure diminue la dureté, de même que la trempe à 500° ; un vieillissement à température ordinaire produit un durcissement dû à la précipitation des combinaisons Mg^2 Si ou Al^2 Cu, comme dans le duralumin ; le durcissement maximum est obtenu au bout de 70 heures environ ; un revenu à 100° accélère le phénomène, mais il convient de ne pas dépasser 125° à 150°, sans quoi on a un abaissement de la dureté.

Alpax au	Teneur %.	Mode de coulée.	Traitements.	Nombre de Brinell.	Résistance au cisaillement par mm².	Flèche de flexion en mm.	Résilience par kg.
Mg	2	Coquille	Brut de fonderie	89	17,5	0,8	0,4
Mg	5	Sable	Trempé 500° Revenu 150°	92	14,5	0,8	0,3
Mg	5	Coquille	Trempé 500° Revenu 100°	93-99	17	1,2	0,2
Cu—Mg	2	Coquille	Trempé 500° Revenu 125°	93	19	1,7	0,6
Cu—Mg	5	Sable	Trempé 500° Revenu 125°	96	15,5	0,7	0,3
Cu—Mg	5	Coquille	Brut de fonderie	105	20	0,5	0,2
Cu—Mg	5	Coquille	Trempé 500° Revenu 100°	105	23	0,6	0,2
Mg—Zn	2	Coquille	Trempé 500° Revenu 100°	93	19	1,5	0,4
Sur Alpax *ordinaire*, coulé en coquille..........				60	14	2,6	0,6

CHIMIE. — *Sur les nombres nucléaires.*

Note de M. **Diaz de Barros**, présentée par M. Paul Janet.

La Note qui suit a pour sujet deux propriétés concernant les poids atomiques des éléments. Nous les présenterons sans commentaires.

1. Dressons un tableau de Mendeleïeff-Moseley consistant en 8 × 10

cases portant un, trois, quelquefois deux éléments, affectés d'indices nouveaux, les nombres nucléaires $\mathfrak{N}$, ainsi définis : $\mathfrak{N}_{\text{entier}} =$ environ $\frac{M-N}{2}$, M étant le poids atomique et N le nombre atomique d'un élément.

Disposons ensuite ces éléments sous forme d'un tableau à 16 colonnes :

He	Li	Be	Bo	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
A	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe, Co, Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br
Kr	Rb	Sr	Yt	Zr	Nb	Mo	?	Ru, Rh, Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I
X	Cs	Ba	La, Ce, Pr	Nd	?	Sm	Eu	Gd, Pb, Ds	Ho	Er, Tm	Yb, Lu	Ct	Ta	W	?
Os, Ir, Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	?	Em	?	Ra	Ac	Th	Pa	U	-

Si l'on forme le tableau correspondant des nombres nucléaires de ces éléments, on constate que ce tableau présente une grande ressemblance avec les totaux des suites périodiques de Mayer. Cette ressemblance, qui se transformerait en une presque identité si nous choisissions les valeurs de $\mathfrak{N}$ correspondant à des isotopes connus, ne peut être due au hasard.

Liste des nombres nucléaires.

1	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9
11	10	10	12	13	14	14	15	15, 16, 15	17	18	19	20	21	22	22
23	24	25	25	25	26	27	?	29, 29, 30	31	32	33	34	35	37	37
38	39	41	41, 41, 41	42	?	44	45	47, 47, 48	48	50, 50	52, 52	53	54	55	?
58, 58, 59	59	60	61	62	63	64?	?	67	?	69	70?	71	72?	73	-

Liste de Mayer.

2	2	3	3	3	3	4	5	5	6	6	7	7	8	9	9
10	10	11	12	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	22	22
23	23	24	25	25	26	27	29	30	31	32	33	34	36	37	37
38	39	40	41	42	43	44	46	47	48	50	52	53	55	56	56
57	59	60	61	62	63	64	66	67	-	-	-	-	-	-	-

Nota. — On sait que les figures de Mayer obtenues avec des aiguilles magnétisées dans un champ magnétique présentent des séries périodiques. Ce sont les suites de figures telles que le dernier anneau d'aiguilles d'une figure s'ajoute entièrement à la figure précédente et sera contenu avec elle sans changement dans la figure périodique d'équilibre suivante. Comme exemple, les totaux de la première colonne sont :

$$2;\ 10 = 2 + 8;\ 23 = 2 + 8 + 13;\ 38 = 2 + 8 + 13 + 15;\ 57 = 8 + 13 + 15 + 19.$$

C'est-à-dire qu'ils forment une suite périodique de Mayer. De même pour les autres.

2. Nous avons rencontré une autre propriété des nombres nucléaires $\mathcal{N}$. C'est une relation approchée applicable aux atomes d'une même colonne

(1) $$M_\alpha \doteq 2N_\alpha + \mathcal{N}_{\alpha-1},$$

α étant le rang de l'élément compté de 1 à 5 sur la colonne.

Exemples : pour le lanthane, $N_4 = 57$; $\mathcal{N}_3 = 26$ (correspondant à l'yttrium); donc $M_{La} = 2 \times 57 + 25 = 139$ (au lieu de 138,9).

Pour l'uranium, $N_5 = 92$; $\mathcal{N}_4 = 55$ (correspondant au tungstène); donc $M_U = 2 \times 92 + 55 = 239$, au lieu de 238,17 des tables.

En remplaçant $\mathcal{N}_{\alpha-1}$ par sa valeur de définition, on obtient

(2) $$\begin{cases} M_5 = 2N_5 + \dfrac{N_4}{2} + \dfrac{N_3}{4} + \dfrac{N_2}{8} + \dfrac{N_1}{16}, \\ M_4 = 2N_4 + \dfrac{N_3}{2} + \dfrac{N_2}{4} + \dfrac{N_1}{8}, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{cases}$$

Ces relations établissent un lien généalogique (¹) entre un poids atomique et les nombres atomiques de ce corps et des homologues plus légers.

Exemples : pour l'or et pour le strontium, on a

$$M_{Au} = 2 \times 79 + \frac{55}{2} + \frac{37}{4} + \frac{19}{8} + \frac{9}{16} = 197,3 \quad \text{(au lieu de 197,2)},$$

$$M_{Sr} = 2 \times 38 + \frac{20}{2} + \frac{4}{4} = 87 \quad \text{(au lieu de 87,62)}.$$

Comme application, on peut chercher les poids atomiques encore controversés du polonium, de l'actinium et du protoactinium. On a, d'après (1),

$$M_{Po} = 2 \times 84 + 44 = 212,$$
$$M_{Ac} = 2 \times 89 + 52 = 230,$$
$$M_{Pa} = 2 \times 91 + 54 = 236.$$

(¹) Au lieu de ces relations, nous pourrions donner celles-ci, équivalentes :

$$\mathcal{N}_5 = \frac{N_1}{2} + \frac{N_4}{4} + \frac{N_3}{8} + \frac{N_2}{16} + \frac{N_1}{32},$$
$$\mathcal{N}_4 = \frac{N_4}{2} + \frac{N_3}{4} + \frac{N_2}{8} + \frac{N_1}{16},$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots,$$

dont l'allure généalogique est encore plus évidente.

Quant aux éléments de poids atomique inconnu, on trouve

	M.	
N.	(1).	(2).
43	101	100,75
61	148	149,125
72 (¹)	178	178,75
75	187	187,371
85	215	215,875
87	222	224,25

CHIMIE ORGANIQUE. — *Isomérisation des vinylalcoylcarbinols* $CH^2 = CH - CHOH - R$ *en alcools β-alcoylallyliques* $CH^2OH - CH = CH - R$. Note de M. **Raymond Delaby**, présentée par M. A. Béhal.

En série cyclique, MM. A. Valeur et E. Luce [2] ont réalisé l'isomérisation du vinylphénylcarbinol en alcool cinnamique, soit par action de l'acide sulfurique étendu, soit par traitements successifs à l'acide chlorhydrique, à l'acétate d'argent et finalement à la potasse.

On sait l'intérêt que présente cette transformation en série acyclique :

$$CH^2 = CH - CHOH - R \rightarrow CH^2OH - CH = CH - R.$$

Les homologues supérieurs de l'alcool allylique substitué en β qu'on obtiendrait ainsi ne sont pas connus à partir de $R = C^3H^7$; il en est de même de leurs produits d'oxydation : les β-alcoylacroléines et les acides β-alcoylacryliques.

Dans cette voie, J. Baudrenghien [3] a tenté l'isomérisation du vinylméthylcarbinol en alcool crotonylique : l'alcool secondaire traité par ClH aqueux engendre l'ester chlorhydrique normal $CH^2 = CH - CHCl - CH^3$ en même temps que celui de l'alcool primaire $CH^2Cl - CH = CH - CH^3$. On passe aisément à l'acétate de ce dernier et, par saponification, à l'alcool primaire lui-même $CH^3 - CH = CH - CH^2OH$. L'auteur ne nous fixe pas sur les rendements approximatifs de ces opérations. En outre, dans

(¹) Le celtium, N = 72, ne figure pas encore dans les tables; mais 178 est donné comme son poids atomique (Hollard, *Les principes de la Chimie moderne*, p. 63).

(²) A. Valeur et E. Luce, *Bull. Soc. Chim.*, 4ᵉ série, 27, 1920, p. 611.

(³) J. Baudrenghien, *Bull. Soc. Chim. Belg.*, 31, 1922, p. 160.

une seconde Note (¹), il rapporte les difficultés qu'il a rencontrées dans l'isolement des produits intermédiaires de l'isomérisation du vinyléthylcarbinol en alcool β-éthylallylique dont il n'a encore préparé que l'acétate (Éb. 152-153°).

Cette migration de la double liaison sous l'influence des acides assez facilement réalisable en série terpénique et, en général, pour les alcools dont le groupe terminal est $= COH - CH = CH^2$ (tertiaire en primaire) (²) semble ne donner que de médiocres résultats dans le cas qui nous occupe (secondaire en primaire). Un essai d'isomérisation du vinyléthylcarbinol au moyen de l'acide trichloracétique nous a fourni moins de 10 pour 100 d'alcool β-éthylallylique.

Nous avons pu la réaliser par une méthode toute différente. La décomposition des formines obtenues dans l'action de l'acide formique sur l'éthylglycérine donne naissance aux deux alcools isomères

$$CH^2 = CH - CHOH - C^2H^5 \quad \text{et} \quad CH^2OH - CH = CH - C^2H^5$$

dans les proportions de $\frac{1}{3}$ du premier pour $\frac{2}{3}$ du second (³). Or, par le mécanisme que nous avons antérieurement exposé, l'alcool primaire provenait en partie de la décomposition des diformines 1.2 et 1.3, alors que l'alcool secondaire est issu des diformines 1.3 et 2.3. En cherchant à préparer la diformine 1.2, à l'exclusion de ses isomères, et en évitant le passage par l'éthylglycérine, on pouvait espérer réaliser l'isomérisation assez commodément.

La série des transformations effectuées est la suivante : action du formiate de sodium sur la dibromhydrine de l'éthylglycérine; décomposition par la chaleur de la diformine 1.2; saponification de l'ester formique de l'alcool primaire cherché.

$$CH^2 = CH - CHOH - C^2H^5 \xrightarrow{+Br^2} CH^2Br - CHBr - CHOH - C^2H^5$$

$$\xrightarrow{+2H.CO^2Na} \underset{\displaystyle O.CO.H}{CH^2} - \underset{\displaystyle \boxed{O.CO.}}{CH} - \underset{\displaystyle \boxed{H\ \ OH}}{CH} - C^2H^5 \xrightarrow{-(CO^2+H^2O)} \underset{\displaystyle O.CO.H}{CH^2} - CH = CH - C^2H^5$$

$$\xrightarrow{+KOH} CH^2OH - CH = CH - C^2H^5.$$

Les opérations sont très simples : seule la rectification finale doit être

---

(¹) J. Baudrenghien, *Bull. Soc. Chim. Belg.*, **32**, 1923, p. 337.

(²) R. Locquin et Sung Wouseng, *Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 1711.

(³) R. Delaby, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1900, et *Ann. Ch.*, 9e série, **20**, 1923, p. 196.

faite très soigneusement. Le rendement est d'environ 20 pour 100, tenu compte de l'alcool secondaire récupéré dont on constate également la formation. Les détails expérimentaux seront publiés dans un autre Recueil.

Cette méthode permettra sans doute de préparer d'autres homologues de l'alcool allylique; parmi ceux-ci, l'alcool β-propylallylique donnera, par oxydation ménagée, la β-propylacroléine : la présence de cet aldéhyde a été signalée à l'état de traces dans les feuilles (1) et sa synthèse n'a pas encore été réalisée à ce jour.

GÉOLOGIE. — *La Chaîne annamitique et les Plateaux du Bas-Laos à l'ouest de Hué.* Note (2) de M. **René Bourret.**

L'exploration que j'ai poursuivie pendant l'hiver 1924-1925 dans la région comprise entre la mer et le Mékong sous le parallèle de Hué m'a donné des résultats intéressants, mais qui ne permettent pas d'émettre actuellement des hypothèses rigoureuses sur la tectonique ancienne de l'Indochine du Sud; mais devant quitter l'Indochine, je crois devoir résumer ici mes observations.

Le vaste pays compris entre le Mékong et la mer correspond à une partie de la Chaîne annamitique (dans sa partie centrale) et le Plateau du Bas-Laos. C'est en réalité un unique plateau qui descend brusquement à l'Est vers la mer, dont il est séparé en général par la Plaine d'Annam, et très lentement à l'Ouest vers le Mékong dans la plaine élevée duquel il vient à peu près se fondre; ce plateau est bordé, vers l'Est, par une ligne discontinue de hauts sommets. Les éléments stratigraphiques sont les suivants :

a. Granites. — Ils appartiennent à deux venues différentes. Les plus anciens, non datés, très écrasés, sont surtout répandus à l'est de la chaîne annamitique. La seconde venue correspond à des granodiorites permiens, comme celle de la région de Pak Lay (3).

b. Schistes cristallins. — Ils se trouvent surtout dans la partie nord (région de Mai Lanh et nord de Tchépone), et à l'est de la chaîne annamitique. Ils sont très variés et toujours fortement écrasés.

c. Terrains ante-ouraliens. — Ces terrains sont très plissés, et parfois un peu

(1) T. Curtius et H. Franzen, *Lieb. Ann.*, 390, 1912, p. 89.

(2) Séance du 9 novembre 1925.

(3) R. Bourret, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1762. — *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine*, vol. 14, fasc. 2, 1925, p. 111.

métamorphisés; ils comprennent des schistes, calcschistes, grès, quartzites et quelques calcaires cristallins.

d. Calcaires carbonifères. — Ce sont des calcaires construits, montrant souvent des traces de Fusulinidés, un peu plissés à l'ouest de la chaîne annamitique, intensément écrasés et disloqués à l'est de cette chaîne dans la région de Tourane.

e. Terrain rouge. — Le terrain rouge, formation continentale identique à celle de Pak Lay, occupe la plus grande partie des plaines de Mékong et de Saravane sous les alluvions. Il comprend quelques poudingues à galets d'ouralien, des marnes gréseuses rouges à grain très fin avec bancs de calcaires rouges, des grès à éléments éruptifs, etc. On le retrouve sur le versant ouest de la chaîne annamitique, où il est très argileux et repose directement sur le granite sans être métamorphisé; il est un peu ondulé à l'ouest de la chaîne annamitique. Ce terrain rouge, appartenant au Trias, se suit jusque dans la région de Luang Prabang à travers tout le Moyen Laos. A l'est de la chaîne, ce terrain est différent : au Nord, dans la région de Hué, ce sont des grès et quartzites assez plissés dont une partie pourrait appartenir aux grès supérieurs ci-après; au Sud, dans la région de Tourane, ce sont des arkoses parfois à éléments de rhyolite occupant une faible épaisseur; ce terrain est assez fortement plissé.

f. Les grès supérieurs et le Lias. — A l'ouest de la chaîne annamitique se trouve la même masse énorme de grès et quartzites, avec grès à petits galets de quartz que nous avons décrite dans la région de Pak Lay; elle forme toutes les montagnes de la région de Saravane et des bords du Mékong; ces grès sont horizontaux. Dans la région de Tourane, des grès avec schistes et charbon ayant fourni une flore rhétienne reposent en concordance sur les arkoses de Trias; ils sont surmontés, toujours en concordance, par des grès, poudingues et schistes de l'Hettangien à *Ægoceras longipontium*, avec rares couches de charbon; au-dessus se trouve une importante masse de poudingues à gros éléments. Tout cet ensemble est plissé.

g. Alluvions diverses de la plaine d'Annam et des plaines de Mékong et de ses affluents, dunes du littoral, arènes de la région de Quang Nam, latérites alluviales de la vallée du Mékong.

i. Roches éruptives. — α, rhyolites et dacites du Permien dont l'érosion montre la granodiorite de l'appareil profond; β, labradorites et basaltes à olivine couvrant le plateau des Boloven et descendus dans les plaines environnantes où elles forment des chaires, à la faveur de vallées récentes. Ces basaltes sont à peine entamés en de rares points par l'érosion très active actuelle, et les plateaux des grès horizontaux identiques à celui des Boloven, mais non protégés comme lui par les basaltes, sont encore à la même altitude. Il existe en divers points de la région de Quang Tri d'autres plateaux basaltiques moins élevés.

Structure. — En ce qui concerne la structure de cette région, nous avons deux zones différentes; la première, correspondant à l'ouest de la Chaîne annamitique, montre des terrains ante-ouraliens très plissés, dont les plis forment un arc convexe vers le Sud; la branche ouest de cet arc, dont la direction est SE-NW, se raccorde vraisemblablement vers le Nord-Ouest avec les plis nord-sud du même terrain de la région de Pak Lay. Ces plis

intéressent, mais avec moins d'intensité, l'Ouralien qui a pu glisser sur les terrains plus anciens; le Terrain rouge, discordant sur les terrains anciens, s'appuie indistinctement sur chacun d'eux, granite et schistes cristallins compris; il est un peu ondulé : le plissement hercynien qui caractérise cette région a donc eu son maximum d'intensité vers l'Ouralien, mais s'est continué, comme dans la région de Pak Lay, pendant le Trias. Un mouvement plus ancien, peut-être calédonien, est démontré par la discordance du terrain sédimentaire antéouralien sur les schistes cristallins. Les Grès supérieurs sont horizontaux. Cette zone, qui appartient au môle Sud-Indochinois, se prolonge un peu au Nord-Est sur la région de Quang Tri. Un plissement très faible a mis à nu un anticlinal cristallin NW-SE traversant la Chaîne annamitique.

La deuxième zone, connue par la région de Tourane, montre, avec les mêmes éléments tectoniques que la première (peut-être avec charriages hercyniens), du Lias plissé concordant sur le Trias et dont les Poudingues sont l'indice d'une transgression. Ainsi les mouvements hercyniens paraissant avoir fini plus tôt dans la région de Tourane; les plis du Lias, parallèles à la dirction SW-NE des plis hercyniens dans cette région, pourraient être des plis posthumes récents.

La Chaîne annamitique doit donc son origine, dans le Centre Annam, non à des phénomènes de plissement, mais à des phénomènes d'érosion aidés par des mouvements épéirogéniques dont les traces sont les nombreux hauts niveaux visibles un peu partout des deux côtés de la chaîne.

GÉOLOGIE. — *Découverte d'une faune de Foraminifères très probablement crétacée dans les calcaires hautement métamorphiques du Vallon du Pâquier, près de la Grande-Motte (Savoie).* Note de M. **Eugène Raguin**, présentée par M. Pierre Termier.

Au Plan-de-Nette, dans la vallée bordant à l'Est le massif de la Grande-Motte, W. Kilian [1] a signalé en 1905 la présence de Bélemnites et de Crinoïdes dans des marbres et brèches attribués jusqu'alors au Trias de la Vanoise, en réalité jurassiques. D'autres fossiles y furent trouvés ensuite par W. Kilian [2], puis par M. Gignoux, qui a constaté l'extension du Lias

---

(1) W. Kilian et P. Termier, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, 5, 1905, p. 859.
(2) W. Kilian, *Comptes rendus*, **143**, 1906, p. 470.

au Nord dans le vallon du Pâquier. M. Gignoux a fait connaître, en outre, qu'il était tenté d'attribuer, soit au Jurassique, soit même au Crétacé supérieur [1], les calcschistes très cristallins, considérés antérieurement comme triasiques, qui, en cet endroit, terminent la série et s'enfoncent, vers l'Est, sous la nappe des Schistes Lustrés.

C'est dans ces calcschistes très cristallins, véritables marbres phylliteux, que j'ai trouvé, au cours du dernier été, une faune de Foraminifères. Environ 400^{m} ONO du col de Fresse, au-dessus d'un étage de calcaire compact intercalé dans les calcschistes, une petite couche noirâtre, à surface rugueuse d'apparence scoriacée, attire l'attention. La cassure montre un calcaire à grain fin, lardé de petites aiguilles de glaucophane.

L'examen microscopique révèle des plages entièrement recristallisées, constituées de calcite, glaucophane, chlorite, magnétite, et des plages ayant échappé au métamorphisme où les organismes en calcite hyaline se détachent parfaitement, très nombreux et nullement déformés.

Des prismes de glaucophane souvent frangés de chlorite, sont disposés dans une orientation quelconque sur le fond de calcite microgrenue, ou quelquefois dans les loges des Foraminifères. On distingue, parmi ceux-ci, *Textularia*, *Globigerina*, *Rosalina*, *Cristellaria*. M. H. Douvillé a eu l'obligeance d'examiner ces fossiles, et m'a dit que l'association ci-dessus lui laissait l'impression d'un âge crétacé. M. P. Jodot m'a fait remarquer la présence de *Cristellaria*, et a insisté, lui aussi, sur l'extrême probabilité de l'âge crétacé d'une telle faune.

Il y a lieu de rapprocher ces assises hautement métamorphiques des *Marbres en plaquettes* du Briançonnais, très laminés mais non métamorphiques, où des faunes analogues de Foraminifères sont connues depuis les travaux de P. Termier [2], d'É. Haug et de W. Kilian [3], de J. Boussac [4] et, tout récemment, de L. Moret et F. Blanchet [5]. Ces derniers ont attribué au Crétacé les assises des *Marbres en plaquettes*, où abonde *Rosalina Linnei* avec d'autres Foraminifères et des prismes d'Inocérames.

A partir de Modane, la série sédimentaire briançonnaise devient métamorphique d'une façon progressivement croissante à mesure qu'on va vers

---

(1) M. Gignoux, *Bull. des Serv. de la Carte géolog.*, **28**, 1924, p. 13.

(2) P. Termier, *Les montagnes entre Briançon et Vallouise*, 1903, p. 35.

(3) É. Haug et W. Kilian, *Bull. des serv. de la Carte géolog.*, **13**, 1902, p. 642.

(4) J. Boussac, *Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin*, 1912, p. 232-248.

(5) L. Moret et F. Blanchet, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, **24**, 1924, p. 312.

le Nord. Le Crétacé n'échappe pas à cette loi, et c'est ainsi qu'au Vallon du Pâquier les marbres phylliteux à Foraminifères sont eux-mêmes très métamorphiques. Mais ce qui est tout à fait remarquable, c'est qu'un tel métamorphisme, allant jusqu'à la production du glaucophane, ait pu laisser subsister presque intacts de délicats organismes microscopiques.

La présence presque certaine du Crétacé, s'enfonçant sous les Schistes Lustrés de la Sana, est *une raison de plus* de croire au charriage des Schistes Lustrés sur le *Pays briançonnais, Vanoise comprise*. Ils viennent en effet en superposition sur n'importe quel terme de la Vanoise ou du Briançonnais, les plus élevés, comme les plus profonds.

Enfin cette extension du Crétacé serait une raison de plus, aussi, de penser que, dans le complexe Schistes Lustrés, une part est d'âge crétacé, encore que la démonstration ne puisse pas en être faite dans la région en question.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des conditions du milieu sur la germination des graines en absence de calcium*. Note de M. **R. Cerighelli**, transmise par M. L. Mangin.

MM. Maquenne et Demoussy [1] ont démontré, pour la première fois d'une manière précise, que le calcium est indispensable à la germination normale des graines.

Je me suis demandé si le besoin de calcium est encore manifeste, lorsque l'on fait varier certaines conditions de la germination. Dans cette Note, j'examinerai l'influence de la stérilisation des milieux de culture, celle de l'immersion des grains et celle de la vapeur d'eau.

Dans ces recherches, j'ai employé surtout les graines de Pois, et j'ai mesuré la longueur des racines quand leur croissance était arrêtée dans l'eau pure. J'ai toujours comparé ces résultats avec ceux que l'on obtient, dans des conditions semblables, mais en présence de chaux.

Accessoirement j'ai constaté, après Liebenberg, qu'il suffit de peu de calcium, moins de 2^{mg} de $CaSO^4$, pour que les graines de Pois *utilisent entièrement leurs matières de réserve*. Ainsi, à l'obscurité, à la température de 14 à 16°, j'ai obtenu, après un mois et demi de germination, deux plantes

(1) L. Maquenne et E. Demoussy, *Comptes rendus*, 164, 1917, p. 979, et 165, 1917, p. 45. Voir aussi L. Maquenne et R. Cerighelli, *Ibid.*, 174, 1922, p. 1269.

dont les racines avaient 160 et 170^{mm} et les tiges 420 et 430^{mm} et dont les cotylédons étaient entièrement desséchés.

1° *Influence de la stérilisation du milieu de culture.* — Les premières germinations ayant été faites en milieux non stériles, on a souvent constaté, après les expériences, que les cultures sans chaux étaient infectées. On pouvait donc se demander si le calcium n'aurait pas surtout pour effet d'accroître la résistance des plantes vis-à-vis des micro-organismes et si, de ce fait, en milieux stériles, les germinations ne se feraient pas normalement, même en l'absence de chaux. J'ai constaté qu'il n'en était rien.

Des graines de Pois, stérilisées au sublimé, ont été mises à germer dans des ballons de quartz. Ces derniers, contenant dans le fond une couche de sable pur — humecté d'eau pure ou d'eau pourvue de sulfate de chaux — et recouverts d'un capuchon de verre, avaient été préalablement stérilisés à 110°.

Après 14 jours, les germinations, faites à l'obscurité et à la température de 21°, étaient arrêtées dans les ballons sans chaux. Les racines avaient les longueurs moyennes suivantes : 57^{mm} (sans chaux), 101^{mm} (avec chaux).

En milieux stériles, les graines sont donc incapables d'utiliser complètement leurs matières de réserve, et la chaux exerce encore son action éminemment favorable.

2° *Influence de l'immersion des graines.* — Dans les expériences faites en tube de quartz, suivant la technique Maquenne et Demoussy, les graines sont maintenues en dehors du liquide de culture. Dans ces conditions, j'ai constaté que les cotylédons de Pois avaient toujours une teneur en eau de 5 pour 100 plus faible que celle des cotylédons en partie immergés. Cette différence ne pourrait-elle pas avoir une influence sur la transformation des matières de réserve de la graine et par suite sur la germination?

Lorsqu'on immerge à moitié les graines pourvues de leurs téguments, les germinations sont beaucoup améliorées; elles ne s'arrêtent qu'après 15 jours et les racines de Pois atteignent, en moyenne, 73^{mm}, tandis que les racines de graines non immergées ont 39^{mm} (sans chaux) et 83^{mm} (avec chaux). On voit que, dans ce cas, les graines se développent presque aussi bien que si elles s'étaient trouvées en présence de chaux. C'est que, comme l'ont montré MM. Maquenne et Demoussy, les matières minérales contenues dans la graine se diffusent dans l'eau et agissent sur les racines qui s'y développent.

En supprimant les téguments, on réduit fortement l'apport de chaux (au lieu de $0^{mg},131$ de la graine entière, il n'y a plus que $0^{mg},050$ de chaux apportée par les cotylédons). Les germinations des graines décortiquées sont peu améliorées. Elles s'arrêtent après 11 jours, et les racines ont une longueur de 41^{mm}, tandis que les graines non immergées donnent des racines de 35^{mm}.

L'immersion des graines n'améliore pas sensiblement la germination en présence d'eau pure. Cette amélioration ne peut provenir que de la diffusion des matières minérales contenues dans les téguments et, à un degré bien moindre, dans les cotylédons.

3° *Influence de la vapeur d'eau.* — On a prétendu, parfois, que l'eau pure serait toxique et que le calcium jouerait le rôle d'anti-toxique dans la germination. L'eau à l'état de vapeur présente-t-elle la même toxicité? Des expériences faites avec le Pois et avec le Blé m'ont montré qu'il en était bien ainsi. Par exemple, des graines de Pois ayant commencé à germer sur du sable sont mises en atmosphère saturée quand les racines ont 5^{mm}. Les germinations faites à l'obscurité et à 21° s'arrêtent après 3 jours. A ce moment, les racines ont une longueur moindre que celles qui se sont développées dans l'eau pure.

	Racines
Air humide (sans chaux)	23^{mm}
Eau sans chaux	38
» avec chaux	88

L'eau, à l'état de vapeur, ne peut donc assurer convenablement la germination des graines.

En résumé, que les milieux de culture soient ou non stérilisés, que les cotylédons soient ou non immergés, que l'on opère en présence d'eau pure ou de vapeur d'eau, *les graines ne peuvent jamais germer convenablement en absence de calcium.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'adaptation chromatique chez les algues marines.* Note de M. V. **Lubimenko**, présentée par M. Molliard.

Dans une Note précédente j'ai formulé la conclusion que les algues marines de toutes les couleurs sont très pauvres en pigments verts. Vu l'intérêt de ce fait pour la question du mécanisme de la photosynthèse ainsi que pour la question de l'adaptation chromatique dans le sens de la

théorie d'Engelmann, j'ai continué mes recherches et j'ai fait une série de nouvelles analyses relatives à des algues de la Méditerranée, récoltées aux environs de la station maritime à Banyuls-sur-Mer.

Les quantités de chlorophylle ont été déterminées par la méthode spectrocolorimétrique au moyen d'une solution contenant $0^g,003$ de la chlorophylle cristallisée sur 100^{cm^3} d'alcool.

J'ai déterminé aussi la quantité de la chlorophylle chez le *Zostera* et le *Posidonia*, pris de la même profondeur que la plupart des algues étudiées, et j'ai trouvé pour la première plante $2^g,93$ et pour la seconde $2^g,73$ du pigment vert dans 1^{kg} de feuilles fraîches. Ces nombres sont un peu plus élevés que ceux qui correspondent à la quantité moyenne de la chlorophylle ($2^g,52$) chez les plantes terrestres de la même latitude géographique.

En prenant pour 100 la quantité moyenne pour nos plantes aquatiques, c'est-à-dire $2^g,83$ pour 1^{kg} du poids frais, nous obtenons les quantités relatives suivantes de la chlorophylle chez les algues :

	Nombre des espèces.	Quantités relatives de la chlorophylle pour 1^g du poids sec.		
		Minimum.	Maximum.	Moyenne.
Plantes supérieures....	2	»	»	100
Algues vertes.........	4	18	71	37
» bleues........	1	»	»	29
» brunes........	10	8	54	30
» rouges........	11	3	43	18

On voit par ces chiffres que les algues de toutes les couleurs sont très pauvres en chlorophylle. En comparant les algues entre elles, on constate que la quantité de la chlorophylle diminue avec le changement de la couleur des plastes : les algues vertes sont les plus riches et les algues rouges sont les plus pauvres en pigment vert, tandis que les algues brunes occupent une place intermédiaire.

Pour me faire une idée du remplacement de la chlorophylle par d'autres pigments, j'ai déterminé par la même méthode spectrocolorimétrique la quantité de la phycoérythrine chez une série des algues rouges.

Voici les chiffres obtenus pour les quantités absolues de la chlorophylle et de la phycoérythrine chez ces algues :

	Quantités des pigments en grammes pour 1^g du poids sec. Chlorophylle.	Phycoérythrine.	Rapport entre la phycoérythrine et la chlorophylle.	
Corallina mediterranea, à la surface......	0,1675	0,0099	0,06	I
id. de la prof. de $0^m,50$.	0,1908	0,0187	0,10	II
Jania rubens, près de la surface...........	0,1463	0,0187	0,12	II
id. de la profondeur de $0^m,50$...	0,1950	0,0264	0,13	II
Chrysimenia Uvaria.....................	0,0360	0,0077	0,21	III
Glaicladia furcata......................	0,0403	0,0099	0,24	III
Gelidium corneum, endroit ouvert........	0,0551	0,0132	0,24	III
id. dans une grotte.......	0,1081	0,0275	0,25	III
Peyssonnellia squamaria................	0,0742	0,0253	0,34	IV
Phyllophora palmettoides, de la prof. de 40^m.	0,0487	0,0220	0,45	V
id. de la prof. de 51^m.	0,0721	0,0308	0,42	V
Plocamium coccineum, dans une grotte....	0,0615	0,0407	0,66	VI

On voit par ces chiffres que la quantité totale des deux pigments augmente chez une même espèce avec la profondeur d'habitation ou avec l'affaiblissement de l'éclairement qui se produit dans les grottes. La proportion de la phycoérythrine varie chez les diverses espèces dans le même sens, mais elle reste constante chez une même espèce; une exception que l'on constate pour le *Corallina mediterranea* s'explique probablement par la formation des variétés habitant aux différentes profondeurs.

En comparant le rapport entre la phycoérythine et la chlorophylle, on constate que ce rapport est exprimé par une série de nombres multiples de 0,06 (0,06, 0,12, 0,24, 0,36, 0,42, 0,66); ce fait donne à penser que ces deux corps sont chimiquement liés l'un à l'autre et que les algues rouges possèdent un seul pigment naturel dont le groupe chromophore est plus compliqué que celui des plantes vertes.

En résumant les résultats de nos analyses, on peut dire que l'adaptation chromatique chez les algues brunes et rouges se manifeste par une diminution des pigments verts et leur remplacement par les pigments d'autres couleurs.

Les algues rouges s'adaptent à l'éclairement de deux manières différentes : 1° chaque espèce augmente ou diminue la quantité totale des pigments suivant la profondeur d'habitation; 2° la proportion de la phycoérythrine varie chez les diverses espèces en augmentant avec la profondeur d'habitation.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un traitement nouveau des maladies de la Pomme de terre.* Note de MM. **Eberhardt** et **J. Chevalier**, présentée par M. Lecomte.

Il est admis que les maladies de la dégénérescence de la Pomme de terre, certaines d'entre elles tout au moins, peuvent être dispersées par les insectes sur les surfaces cultivées; les pucerons, en particulier, ont été considérés comme des propagatenrs évidents. Atteindre les insectes par pulvérisation d'un corps qui entraînerait leur mort et serait en même temps nocif pour les champignons inférieurs, nous a semblé devoir donner une solution intéressante du problème posé.

Nous avons, dans ce but, utilisé des émulsions dans l'eau, d'hydrocarbures sulfurés provenant du traitement à chaud, par le soufre, des corps obtenus par Bourcet et Chevalier, par catalyse des colophanes à l'aide de l'acide phosphorique, et distillation fractionnée.

Au courant de cette opération les acides abiétiques contenus dans la colophane sont transformés en hydrocarbures neutres; la portion bouillant entre 240° et 350° qui correspond à des produits de formule C^nH^{2n-2} et polymères, chauffée en présence de soufre à la température de 170°-190°, jusqu'à ce que le dégagement d'hydrogène sulfuré ait cessé, fournit un liquide huileux, jaune brun, aromatique contenant une molécule de soufre substitué et qui peut être facilement émulsionné dans l'eau par addition d'un savon alcalin (un tiers de son poids).

Après un certain nombre de tâtonnements et d'expériences sur le terrain, la solution savonneuse qui nous a paru la plus indiquée pour les pulvérisations est de 1 pour 100, soit 1^{kg} par hectolitre d'eau à raison de 650^{l} par hectare.

Les premiers essais entrepris en 1923 à la station de Chateaufarine sur 6 variétés, à dessein placées sur une surface entourée de haies des quatre côtés et bordant des terrains incultes, c'est-à-dire dans les conditions les plus propices à la présence des insectes, disposées en outre, en laissant une parcelle témoin entre deux parcelles traitées (les parcelles avaient toutes la même surface et le même nombre de plants), nous ont donné les résultats suivants :

Rendement.

Variétés.	Parcelle traitée.	Parcelle témoin.	Parcelles traitées.
	kg	kg	kg
Myon..................	16,160	11	16,500
Saucisse...............	13,150	10	12,500
Root-Star..............	20	15,650	19
Eigenheimer............	6,900	5,200	7,100
Fin de siècle..........	16,300	15,160	17
Flouque................	6,700	5,250	6,400

Dans la parcelle témoin nous avions de la mosaïque, de la frisolée et de l'enroulement. Nous n'en avons pas constaté dans les parcelles traitées, sauf sur quelques pieds d'Eigenheimer qui ont présenté des traces de frisolée et un enroulement atténué; sur quelques pieds de Flouque et de Saucisse, on a pu remarquer un peu de mosaïque.

Dans les parties traitées, nous avons toujours constaté une partie aérienne d'un vert plus foncé et une vitalité plus longue de celle-ci qui persistait encore lors de l'arrachage, alors que les fanes de la partie non traitée étaient desséchées depuis près d'un mois.

Comme on peut le constater dans le tableau ci-dessus, toutes les parcelles traitées ont donné un rendement supérieur à celui de la parcelle témoin.

Nous avons repris les expériences en grande culture en 1924 et en 1925, en Franche-Comté sur : Eigenheimer, Fin de siècle, Wohltmann, Myon blanche (var. loc.), les mêmes observations que précédemment ont pu être faites sur l'appareil végétatif et, comme conséquence, sur le rendement :

	Parcelle témoin.		Parcelle traitée.
	kg		kg
Eigenheimer............	20902	à l'hectare	21488
Fin de siècle..........	17637	»	18914
Myon blanche...........	21565	»	23792
Wohltmann..............	28163	»	32978

Dans l'Eure-et-Loir, l'expérience faite sur Early rose nous a donné :

Parcelle témoin...... 211kg Parcelle traitée...... 333kg

La parcelle témoin présentait de la mosaïque, tandis que la parcelle traitée en était indemne.

Près de Saint-Brieuc, sur Industrie, les résultats obtenus ont été :

Parcelle témoin...... 185kg Parcelle traitée...... 301kg

Enfin, dans le Puy-de-Dôme, une invasion très nette de *Phytophtora infestans* a été arrêtée par deux pulvérisations effectuées à huit jours d'intervalle.

Les pulvérisations sur Rosiers avec la même solution ont, trois années de suite, arrêté complètement le développement du Blanc du Rosier.

En résumé les pulvérisations de ces hydrocarbures sulfurés agissent comme parasiticides, détruisant les pucerons et autres insectes, elles arrêtent également le développement des champignons tels que : *Sphærotheca pannosa*, *Phytophtora infestans*; elles semblent empêcher le développement des maladies de la dégénérescence de la Pomme de terre, elles entraînent chez les plantes un développement plus accentué et une vitalité plus grande de l'appareil végétatif, dont elles prolongent la durée, et permettent en tous cas, d'obtenir chez les plantes traitées, un rendement nettement supérieur.

ENTOMOLOGIE. — *Sur les caractères communs aux Œstrides et aux Calliphorines.* Note (¹) de M. E. **Séguy**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'étude des Diptères rapportés de Costa-Rica par M. P. Serre et de différentes régions d'Afrique par MM. Gromier, Serrand et Decary a permis une révision de certaines espèces qui se rapportent aux *Calliphorinæ veræ* et aux *Œstridæ dubiosæ*.

Parmi les Calliphorines à chète antennaire nu ou pubescent on trouve plusieurs espèces de *Rhynchomyia*, à larves carnivores, parasites ou saprophages. Les adultes présentent la nervation alaire des Tachinides, une chétotaxie réduite, les yeux des mâles peuvent être rapprochés et l'épistome a une tendance à former la carène médiane que l'on observe dans les groupes suivants (*Pachycosmina*, *Polleniopsis*). Certains de ces caractères s'observent, à différents degrés de développement, chez plusieurs espèces d'*Ormia* rapportées par M. P. Serre. Ces mouches, comme les *Œstridæ dubiosæ*, présentent des ampoules prosternales, des tarses antérieurs allongés, les sternites abdominaux sont découverts et les pièces buccales sont réduites. Les soies sensorielles du thorax sont aussi développées que chez les Calliphorines supérieures. On peut même observer chez deux espèces (*Ormia Aldrichi*, *O. tarsalis*) un système chétotaxique semblable à celui de certains Calliphorinés testacés.

(¹) Séance du 9 novembre 1925.

L'ensemble de ces caractères amène directement à deux groupes d'espèces dont les larves sont parasites : I. *Pharyngomyia-Cephenomyia* et II. *Dermatobia*. Les espèces de ces deux derniers groupes présentent les mêmes caractères alaires que les *Ormia* et l'appareil génital mâle est du même type. Ils s'en éloignent par les antennes, la trompe et une chétotaxie lacunaire. Mais les différences sont moins accentuées avec le groupe voisin *Xystomina-Plesiæstrus*. Toutes les espèces de ce groupe présentent des ampoules prosternales et des tarses antérieurs bien développés, les antennes, l'appareil buccal et les soies sensorielles réduites.

Les appareils génitaux ont la même structure. Comme chez les *Ormia* et les *Pseudormia* on trouve le même développement des tarses antérieurs et du prosternum, une réduction partielle des ocelles et du système buccal, mais le chète antennaire est velu chez les *Pseudormia*.

Le seul caractère tiré du développement plus ou moins prononcé des soies sensorielles ne permet donc pas de séparer les *Œstridæ dubiosæ* et certains *Œstridæ cavicolæ*, des *Ormia* et des *Calliphorinæ veræ*. L'espèce type de ces derniers est le *Calliphora erythrocephala*. Celui-ci, et les espèces des genres voisins, présentent des larves occasionnellement ou habituellement parasites sur les vertébrés. En dehors des habitudes similaires des larves, ces différentes formes sont étroitement reliées entre elles par des caractères communs aux adultes. Ces caractères sont résumés dans le tableau suivant qui servira de conclusion à cette Note.

A. Chète antennaire nu ou à villosité courte. Antennes courtes, 4e nervure anguleuse ou pétiolée à l'angle.
- *a*. Prosternum saillant. Tous les sternites abdominaux découverts.
  - α. Yeux cohérents (♂) des ocelles ou non. (*Œstridæ dubiosæ*).
  - β. Yeux séparés (♂) des ocelles. (*Dermatobia*, *Pharyngomyia*, *Cephenomyia*, *Ormia*, *Pseudormia*).
- *b*. Prosternum non saillant. 1er sternite abdominal seul découvert (*Stegosoma*, *Rhynchomyia*).

B. Chète antennaire pectiné ou plumeux. Antennes allongées.
- *a*. Les deux premiers sternites abdominaux seuls découverts (*Calliphorinæ rostratæ*).
- *b*. Tous les sternites découverts (*Calliphorinæ veræ*).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Préparation de l'albumine du muscle ou myoalbumine par la méthode à l'acétone; ses principales propriétés.* Note de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. Lindet.

Poursuivant la longue série de recherches sur les protides des milieux organiques, nous abordons aujourd'hui l'étude du plasma musculaire.

Nos premiers efforts ont porté sur la séparation de la myoalbumine. Le problème est rendu particulièrement délicat par suite de la présence dans le plasma musculaire de plusieurs classes de protides, des matières grasses d'un extractif abondant, des sels minéraux.

I. Nous y sommes parvenu en partant du plasma musculaire extrait si aisément des muscles fermentés ou fiévreux ([1]) et en appliquant à ce suc relativement peu riche en hémoglobine la propriété ([2]) déjà signalée qu'a l'éther, en solution saturée et à froid, de précipiter, dans les liqueurs renfermant des ions hydrogènes, les substances minérales ou organiques à grosse molécule, en solution ou dispersées sous la forme micellaire.

On part de 200^{cm^3} de plasma musculaire, de coloration rouge groseille, obtenu par broyage et pression, contenant en moyenne 10 pour 100 d'extrait sec. On sature d'éther et met au froid en agitant de temps en temps. Au bout de 24 heures, il s'est fait un volumineux précipité grenu, rouge brique qu'on filtre sur linge. Le liquide, à nouveau saturé d'éther, mis au froid et agité, donne le lendemain un second précipité, moins abondant et moins coloré. On continue ainsi 4 à 5 fois jusqu'à ce qu'il ne se forme plus qu'un très faible dépôt floconneux blanchâtre et que la coloration de la liqueur soit devenue presque blonde. A ce moment cette liqueur contient environ de 5 à 6^g d'extrait seulement.

II. On procède alors à la précipitation acétonique, à basse température. A 100^{cm^3} de liqueur, il suffit d'ajouter peu à peu en agitant vivement 120 à 130^{cm^3} d'acétone. Le précipité grenu, blanc, comprenant la totalité des protides est complètement essoré, à froid, sur trompe. Le gâteau ainsi obtenu, très hygroscopique, est mis en contact avec 30 à 40^{cm^3} d'eau distillée dans laquelle il se dissout en grande partie, laissant en suspension des flocons blanchâtres. Après 24 heures de séjour à la glacière, on centrifuge et lave

---

([1]) Maurice Piettre, *Inspection des viandes et des aliments d'origine carnée*, 2, p. 65 à 80 (Librairie J.-B. Baillère, Paris).

([2]) Maurice Piettre, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 334.

le précipité jusqu'à ce que les eaux ne troublent plus à la chaleur, pour séparer les protides insolubles qui, par leurs caractères physico-chimiques, se rapprochent des *globulines*.

La liqueur aqueuse à laquelle on joint la première eau de lavage est saturée d'éther et mise 24 heures à la glacière. Le lendemain on la débarrasse de quelques petits flocons blanchâtres par simple filtration. Une deuxième précipitation à froid par 1,3 d'acétone suivie de reprise à l'eau, d'agitation à l'éther et de filtration, suffit en général à donner une solution à peu près pure de *myoalbumine* qui pourra être purifiée ensuite par précipitation fractionnée à l'alcool.

La liqueur acétonique aqueuse, comme dans la méthode générale à l'acétone, entraîne analytiquement les matières grasses, l'extractif azoté et non azoté, la presque totalité des sels (une partie des phosphates accompagne avec ténacité les protides). Si l'on veut obtenir la créatine à l'état cristallisé, il suffit d'ajouter un excès d'acétone jusqu'à début de trouble et d'abandonner à la glacière.

Par distillation de l'acétone et concentration des eaux au bain-marie, on obtient un extrait blond ou brunâtre qui n'est autre que le Liebig commercial.

Nous donnons le bilan d'une opération rapportée à 100^{cm^3} de plasma musculaire :

Produit de défécation éthérée	3,85
Myo-albumine	2,10
Protide insoluble (type globuline)	0,53
Extrait sec (Liebig et matières minérales)	2,59
Total	9,07

Lorsqu'on s'adresse, pour avoir du plasma musculaire, à du muscle normal, la défécation est beaucoup plus laborieuse; il faut de préférence déféquer aux environs de 30°.

III. La myo-albumine posssède des propriétés très voisines de celles décrites pour la sérum-albumine, la lactalbumine et l'ovalbumine.

La solution aqueuse, d'une limpidité parfaite et d'une réfringence remarquable, présente une belle teinte, chaude, d'un blond champagne. Obtenue à l'état solide, par précipitation fractionnée à l'alcool, elle affecte l'aspect d'une matière sirupeuse blonde, se congelant brusquement au contact de la glace, pour fondre de nouveau à la chaleur de la main.

Mais elle se distingue nettement, notamment de la sérum-albumine, par

les trois caractères suivants :

1° Coagulation aux environs de 45°-47°, se poursuivant par palliers jusqu'à 69°-71° ;

2° Coagulation, non sous forme d'un sable fin, mais de petits grumeaux qui s'agglomèrent et se rétractent avec l'élévation de la température ;

3° Pouvoir rotatoire spécifique représentant sensiblement la moitié de celui de la sérum-albumine, comme l'indiquent les moyennes de nos expériences :

Bœuf	$\alpha_D = -27°,39$
Veau	$\alpha_D = -27°,05$
Porc	$\alpha_D = -30°$
Oie	$\alpha_D = -26°,40$

L'étude des propriétés biologiques a été réduite, faute de ressources, à des inoculations sous-cutanées au lapin, démontrant que la myo-albumine, comme les autres albumines pures, ne paraît provoquer, par cette voie, que des accidents anaphylactiques lointains et d'assez faible importance.

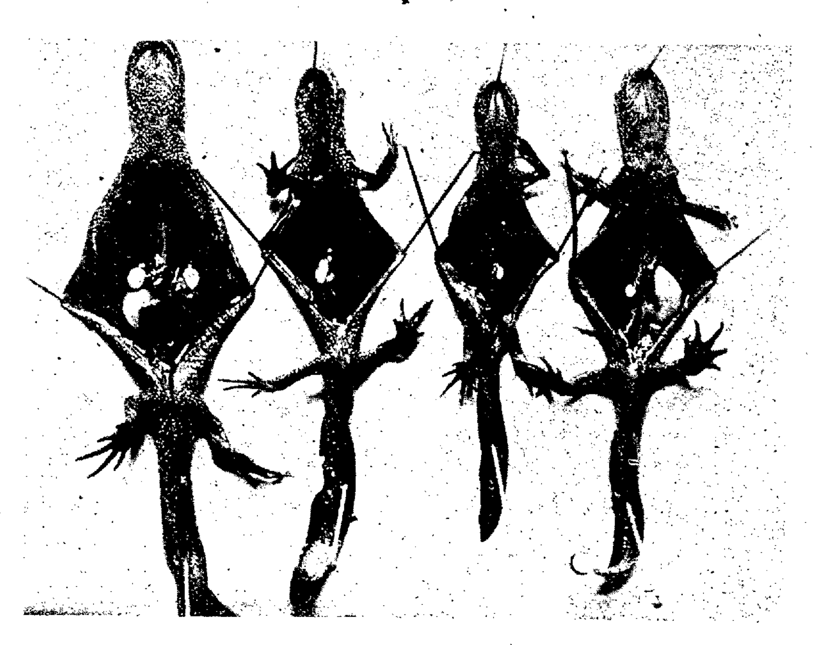
BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'évolution des glandes génitales de jeunes Urodèles transplantés chez des adultes de même espèce. Notion des conditions internes limitatives du développement des cellules sexuelles.* Note de M. **Max Aron**, présentée par M. Widal.

Chez le Triton crêté, pris ici comme objet d'étude, il se produit, chaque année, après l'activité sexuelle, qui épuise le contenu en spermatozoïdes du testicule, une poussée unique de spermatogénèse régénératrice. Cette poussée a pour point d'origine le petit lobule à gonies annexé à chaque lobe testiculaire. Elle débute en mai-juin, à la suite de l'élimination spermatique. Elle se termine vers août-septembre et aboutit à la réédification d'un gros lobule à spermies, lequel reste coiffé d'un résidu de gonies quiescentes et subsistera sous cette forme jusqu'au printemps suivant.

La question s'est posée pour moi de savoir si les spermatogonies composant la glande génitale d'un Triton mâle immature sont susceptibles, transplantées chez un animal mûr au moment de la poussée spermatogénétique annuelle, de subir, sous l'influence de leurs nouvelles conditions de milieu, le même sort que celles de leur hôte.

J'ai, dans ce sens, réalisé les expériences suivantes : De jeunes Tritons

crêtés d'âges divers, mais encore très éloignés de la maturité sexuelle, et dont les testicules ne renfermaient par conséquent que des spermatogonies, ont été soumis à la castration unilatérale et conservés en tant que témoins. On a transplanté la gonade enlevée dans le corps adipeux d'un Triton crêté adulte, préalablement castré bilatéralement ou, plus souvent, unilatéralement. L'opération a été pratiquée fin avril ou au début de mai, c'est-à-dire avant la période où se déclanche la grande poussée annuelle de spermatogénèse. Dans plusieurs cas, la transplantation a abouti à une greffe effective, c'est-à-dire que l'organe a été retrouvé fixé par des adhérences solides, en général au corps adipeux, et bien vascularisé.



Les deux petits Tritons au milieu de la photographie sont des sujets immatures chez qui un testicule a été laissé en place, et l'autre prélevé pour être transplanté chez un adulte. Respectivement à droite et à gauche de ces donneurs, on voit les porteurs de transplants, avec, d'un côté, un de leurs testicules, ménagé, et, de l'autre, le greffon, demeuré sensiblement égal en volume au témoin correspondant Durée de l'expérience : 2 mois et demi.

J'ai autopsié les Tritons opérés, donneurs et porteurs des transplants, après des délais de 2 mois et demi à 4 mois et demi. Dans tous les cas de greffe réussie, il n'apparaissait à l'examen microscopique aucune différence appréciable entre le volume de l'organe transplanté et celui du témoin. L'examen histologique a confirmé que la structure de l'un et de l'autre

était sensiblement identique et qu'ils se trouvaient tous deux constitués uniquement par des spermatogonies. Chez le greffon, des mitoses assez nombreuses attestaient la vitalité normale des cellules.

Alors que le greffon ne marquait aucune tendance à une croissance accélérée, au contraire le testicule de l'hôte — toutes les fois où l'on en avait ménagé un — avait subi normalement la poussée spermatogénétique estivale et était devenu très volumineux. Suivant l'échéance de l'autopsie, les ampoules séminifères apparaissaient diversement avancées dans leur réédification et renfermaient des éléments de la lignée séminale plus ou moins rapprochés du terme de leur cycle. Ainsi les animaux adultes montraient, côte à côte, lors de l'autopsie, un testicule normal, en cours de spermatogénèse, et un testicule de structure embryonnaire.

Ces résultats indiquent qu'un testicule jeune, transplanté sur un soma mûr, ne subit de ce fait aucune accélération de croissance, mais qu'au contraire l'évolution de ses éléments reste sensiblement identique à celle qu'ils auraient affectée chez le sujet d'où ils proviennent. Il y a évidemment lieu de tenir compte de l'hypothèse que la poussée spermatogénétique, dans le testicule normal du Triton mûr, peut être commandée, non par des facteurs généraux de milieu, mais par des facteurs locaux, tel le déséquilibre que crée dans le testicule l'élimination spermatique. Le greffon échapperait à ces derniers. Il n'en reste pas moins démontré qu'il ne se produit aucune influence appréciable, de la part du soma mûr, sur le développement et l'accroissement d'une gonade jeune, qui conservent leurs caractères propres.

Du reste, les transplantations d'ovaires jeunes à des femelles adultes, effectuées dans des conditions expérimentales identiques, confirment nettement cette notion. Dans l'organe greffé les ovocytes ne manifestent aucune tendance à un accroissement accéléré et conservent des dimensions de même ordre que les témoins non transplantés, alors qu'à leur côté, les éléments de l'ovaire normal ont affecté un développement rapide.

Conclusion. — Chez les Tritons tout se passe comme si l'évolution des cellules sexuelles était dominée par certaines conditions internes qui la soustraient, dans une certaine mesure, aux influences du milieu. Pour un stade donné de leur développement, il semble en somme que les possibilités d'évolution des gonocytes soient conditionnées par leur âge même.

MICROBIOLOGIE. — *Sur le* Gastrococcus. Note de M. CONSTANTIN GORINI, présentée par M. Roux.

Dans une Note précédente (¹) j'ai fait ressortir l'affinité existant entre les coccus provenant des mamelles des vaches laitières et les coccus intestinaux. L'*Enterococcus* de Thiercelin étant un des hôtes habituels de l'intestin, je me suis proposé de le rechercher dans l'estomac des Bovidés, notamment dans la caillette des veaux de lait utilisée pour la préparation de la présure.

La caillette des veaux, aussitôt enlevée, est raclée et le produit de ce raclage est ensemencé dans du lait stérilisé ; avec cette culture d'enrichissement on fait des ensemencements en stries sur gélose au lait. Les colonies de bactéries solubilisant la gélatine s'entourent d'une zone claire. Sur 25 caillettes j'ai rencontré constamment des types de coccus que j'appellerai *Gastrococcus*, qui ont les caractères morphologiques et culturaux de l'*Enterococcus*, aussi bien que du *Mamococcus* et du *Caseococcus*.

Pour confronter le *Gastrococcus* avec l'*Enterococcus*, je me suis procuré neuf souches de ce dernier dans les divers laboratoires bactériologiques les plus connus. Contrairement à l'assertion de plusieurs collègues, j'ai trouvé toutes les souches douées de propriété protéolytique sur la caséine. Trois souches ont manifesté cette propriété dès la première culture, les autres ont donné une protéolyse tardive, quelquefois seulement après quelques mois, et se révélant par des cavités creusées dans le caillot. La caséolyse étant favorisée par une température basse, il faut retirer les cultures de l'étuve aussitôt que le caillot est formé et les garder à la température de la chambre. Il arrive parfois que le caillot se dissout en entier dans un liquide laiteux. La qualité du lait, son âge, la façon dont il est stérilisé, la quantité de semence ajoutée ont une influence sur la culture et sur la marche de la casiolyse, et c'est pour cela que la propriété caséolytique de l'*Enterococcus* a été méconnue par la plupart des auteurs.

Les coccus acidoprotéolytiques, comme en général les ferments lactiques mixtes, se distinguent des ferments lactiques simples par leur longue vitalité. J'ai conservé, à l'état vivant et à la température ordinaire, depuis dix ans, des cultures en bouillon, scellées à la lampe, de certaines souches de *Caseococcus*, tandis que le *Streptococcus lactis* ne survit pas plus de deux ans dans les mêmes conditions. Les ferments lactiques simples sont tués dans le lait à la température de 60-80° C. Les coccus protéolytiques, bien

(¹) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1641.

qu'asporogènes, résistent jusqu'à la température de 100°, sans doute parce que, sécrétant de la présure, ils s'entourent d'un revêtement protecteur de caséine.

Certaines souches de *Caseococcus* se développent et acidifient le bouillon lactosé contenant 12 à 15 pour 100 de chlorure de sodium, les ferments lactiques ordinaires sont paralysés et détruits en présence de 5 à 6 pour 100 de sel. Cette résistance à l'action du sel m'a suggéré de rechercher si le *Gastrococcus* était présent et vivant dans une sorte de présure en pâte que l'on préfère, encore aujourd'hui, aux présures modernes liquides ou en poudre, dans la fabrication de certains fromages, Parmesan, Gorgonzola, parce qu'on lui attribue un rôle particulier dans la maturation de ces fromages. Cette présure est obtenue en broyant des caillettes avec 10 pour 100 de sel marin. Dans ce cas, le sel, loin de nuire au *Gastrococcus*, le favorise en exerçant une sorte de sélection microbienne. En effet, dans 15 présures en pâte de provenances diverses et d'âges différents, la plus ancienne était préparée depuis un an, j'ai rencontré constamment le *Gastrococcus* et souvent, en culture presque pure, de nombreux coccus acidoprotéolytiques, capables comme le *Mamococcus* de contribuer à la maturation du fromage. La recherche du *Gastrococcus* dans les présures liquides et en poudre a été infructueuse, vraisemblablement à cause des antiseptiques ajoutés aux présures liquides et de la dessiccation à haute température des présures en poudre. Ainsi s'explique la préférence de certains fromagers pour la présure en pâte qui contient des germes utiles à la réussite des produits. Mes expériences m'ont fourni des preuves qui justifient cette prédilection des praticiens, notamment dans la préparation de certains fromages mous. La présure doit être préparée avec des caillettes saines et protégées contre la contamination; de plus il faut qu'elle soit âgée de 3 à 6 mois, afin que, par l'effet du temps et du sel, se produise l'épuration qui aboutit à la prédominance des germes acidoprotéolytiques. J'ai aussi obtenu des résultats encourageants en ajoutant des cultures de *Caseococcus* à la présure.

On pourrait grouper sous une seule espèce les coccus trouvés dans les caillettes des veaux et ceux rencontrés dans l'intestin, la mamelle et dans les fromages en les distinguant suivant leur habitat.

A $15^h 45^m$, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 15^m$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES D'OCTOBRE 1925 (*suite*).

Explosifs, poudres, gaz de combat. Leçons professées à la Faculté des sciences de Lille, par PAUL PASCAL. Paris, J. Hermann, 1925; 1 vol. 25cm,5. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

*Commentaire de l'*Atlas of Colorado (1877), par EMMANUEL DE MARGERIE. (Extrait du *Bulletin de la section de géographie du Comité des travaux historiques et scientifiques.*) Paris, Imprimerie nationale, 1925; 1 vol. 25cm.

La cinétique du développement. Multiplication cellulaire et croissance, par E. FAURÉ-FREMIET. Paris, Presses universitaires de France, 1925; 1 vol. 24cm,5. (Présenté par M. Henneguy.)

Analyse fonctionnelle, par PAUL LÉVY, in *Mémorial des Sciences mathématiques*, fasc. V. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 fasc. 25cm,5. (Présenté par M. E. Goursat.)

Le problème de Bäcklund, par E. GOURSAT, in *Mémorial des Sciences mathématiques*, fasc. VI. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 fasc. 25cm,5.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 12 octobre 1925.)

Page 445, ligne 21, en remontant, *au lieu de* BENEDITTE, *lire* BENEDICKS.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 NOVEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS BOUVIER, PUIS DE M. CHARLES LALLEMAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉORITES. — *La météorite (eucrite) tombée dans la Haute Volta le* 27 *juin* 1924. Note de M. **A. LACROIX**.

Une météorite pierreuse est tombée le 27 juin 1924, à l'ouest du poste d'Houndé, non loin de Béréba dans le cercle de Bobo-Dioulasso (Haute Volta). Recueillie le lendemain de sa chute, elle a été transportée à Ouagadougou; M. le Gouverneur Hessling vient d'en faire généreusement don au Muséum d'Histoire naturelle, au nom de la colonie de la Haute Volta. Il m'a été ainsi possible d'en achever l'étude, commencée à l'aide d'un fragment que m'avait communiqué M. l'administrateur en chef, Henry Hubert.

Voici les renseignements concernant la chute qui ont été réunis par M. le Gouverneur Hessling.

« Le 17 juin 1924, vers 15^h, le chef de la subdivision de Boromo se trouvant en tournée au village de Séréna (41^{km} nord-ouest de Boromo) entendit une série de détonations donnant l'impression de coups de canon.

» Le 27 juin, à Boromo, vers 16^h, le même administrateur entendit une série de détonations analogues semblant provenir de l'Ouest.

» Le chef de la subdivision voisine de Houndé, invité à enquêter sur ces faits, signala qu'un bolide de 16^{kg} était tombé en un point situé à $2^{km},500$ environ au sud du village de Béréba et à 2^{km} à l'est du village de Dorokuy.

» Les indigènes, effrayés par cet événement, pour eux d'ordre surnaturel, ne donnèrent aucun renseignement sur les phénomènes ayant pu accom-

pagner la chute du bolide ; il fut même assez difficile de les décider à le transporter, on parvint seulement à savoir que, le jour de sa chute, on ne put s'en approcher par suite de la chaleur dégagée et que le lendemain, le bolide fut trouvé enfoncé dans la terre. »

L'aérolithe de Béréba est presque intact; deux fragments seulement ont été détachés de chacune de ses extrémités; les cassures ainsi produites permettent d'étudier sa structure interne. Son poids originel devait être voisin de 18^{kg}; il pèse actuellement $17^{kg},400$. Sa forme est grossièrement ovoïde, mais bosselée, avec une large face ondulée; sa surface est creusée des piézoglyphes classiques. Ses dimensions sont de $0^m,40 \times 0^m,21 \times 0^m,19$.

La croûte est noire, brillante; ce caractère est spécifique du type litholoque, l'*eucrite*, auquel appartient cette météorite, il résulte de sa fusibilité, plus grande que celle des chondrites essentiellement constituées par des minéraux magnésiens et dont la croûte est mate et d'un brun noir.

Les eucrites sont parmi les plus rares des météorites; elles n'ont été observées qu'un petit nombre de fois, notamment dans les chutes de Stannern en Moravie (22 mai 1808), de Jonzac (Charente-Inférieure) (13 juin 1819), de Juvinas (Ardèche) (15 juin 1921) et plus récemment de Peramiho (région du Tanganyka (24 octobre 1899). Il est à remarquer cette coïncidence que deux de ces chutes ont eu lieu en France; de même que pour la chute de Stannern, elles ont donné un grand nombre de pierres, alors que l'aérolithe de Béréba semble avoir été unique. En raison de leur rareté et des différences de composition minéralogique (beaucoup de feldspath et pas de fer métallique en quantité notable) qu'elles présentent avec les types plus communs d'aérolithes, les pierres des trois premières chutes qui viennent d'être énumérées ont fait l'objet de nombreux travaux; ils ont mis en évidence leur identité de composition; mes observations accentuent ces conclusions, qui s'appliquent aussi à la pierre de Béréba.

La cassure de celle-ci est d'un blanc grisâtre, sur quoi se détachent de fines veinules réticulées, noires. La texture apparaît bréchiforme. A l'œil nu, on distingue, au milieu du feldspath blanc, des grains de deux pyroxènes; les uns, plus gros, sont d'un brun verdâtre, les autres d'un jaune paille. L'examen microscopique permet d'ajouter à cette nomenclature une très petite quantité de minerais (pyrrhotite, magnétite) et de chromite.

La structure est différente suivant les points considérés. La structure originelle est régulièrement ophitique; sur de larges espaces, on voit des lames d'un plagioclase (anorthite), maclé suivant les lois de l'albite, de Carlsbad et plus rarement de la péricline, il est très riche en petites

inclusions globuleuses pyroxéniques. Ces lames sont aplaties suivant g^1 et englobées par de grandes plages d'un pyroxène monoclinique incolore en lames minces, mais obscurci par de très nombreuses et très fines aiguilles noires, opaques, orientées parallèlement à l'axe vertical.

Cette structure est rarement absolument intacte; elle a été modifiée par de puissantes actions mécaniques. Tout d'abord le feldspath, et surtout le pyroxène, sont tordus, félés; le pyroxène présente des plans de séparation et des mâcles répétées suivant h^1 et p, incontestablement d'origine secondaire. Plus souvent, tous ces minéraux ont été réduits en petits fragments anguleux, entassés sans ordre, sans toutefois que leurs propriétés physiques et leurs inclusions aient été modifiées, mais par places, les débris de pyroxène ont recristallisé sous forme de grains arrondis, limpides, dépourvus d'inclusions aciculaires (c'est là le pyroxène jaune paille visible à l'œil nu), mais accompagnés de magnétite et parfois d'un peu de quartz.

1.	Eucrite α.	Béréba	III(IV).'5.5.0[2.1.2.3(4)]
2.	»	Juvinas......	III' '5.'5.0[1.1.(1)2.3']
3.	»	Peramiho....	'IV [5.'5.0]1.1.2.3(4)
4.	Eucrite β.	Jonzac......	III(IV).5.4(5).(4)5.[1.1.(1)2.3']
5.	»	Stannern	III(IV).5.(4)5.4'[1.1'.'2.3(4)]

	1.	2.	3.	4.	5.
SiO^2.......	48,48	49,02	49,32	48,32	48,30
Al^2O^3......	12,25	13,39	11,24	12,73	12,65
Fe^2O^3......	0,30	0,44	»	0,19	»
FeO,......	18,49	17,16	20,65	17,59	19,49
MgO......	6,50	6,80	7,15	7,42	6,87
CaO......	11,22	10,72	10,84	10,48	11,27
Na^2O......	0,15	0,40	0,40	0,91	0,62
K^2O.......	0,22	0,17	0,25	0,22	0,23
TiO^2.......	0,60	0,58	0,42	0,52	»
P^2O^5.......	0,12	0,17	»	0,16	»
H^2O (+)..	0,15	0,14	»	0,35	»
» (−)..	0,18	0,30	»	0,05	»
MnO.......	0,25	0,21	»	0,28	0,81
Cr^2O^3......	0,88	0,31	»	0,33	0,37
Fe.........	0,36	0,17	»	0,19	»
S..........	0,21	0,10	0,23	0,11	»
	100,36 (1)	100,08	100,50	99,85	100,61

Enfin ces portions écrasées, triturées, sont traversées en tous sens par de

(1) En traitant par l'aimant un lot de poussière de cette météorite, j'en ai extrait quelques grains de fer métallique qui possède la composition suivante : Fe 93,87; Ni 6,13 pour 100.

fines veinules noires, constituées par du verre, obscurci par des ponctuations ferrugineuses; il provient d'une fusion sur place et n'est pas en relation avec la croûte fondue périphérique formée, elle, par un verre brun, homogène et translucide.

L'analyse chimique permet de serrer encore de plus près la comparaison avec les eucrites antérieurement étudiées. Bien que celles de Jonzac et de Juvinas aient été plusieurs fois déjà analysées, il m'a paru utile d'en faire faire une nouvelle analyse par le même chimiste, à l'aide de la même méthode, afin d'avoir des nombres comparables à ceux de la pierre de Béréba et afin aussi d'avoir une estimation des corps existant en petite quantité et qui ont été négligés dans les analyses antérieures.

Dans ces analyses, dont 1, 2 et 4 sont dues à M. Raoult, 3 à Berwerth et 5 à Rammelsberg, on remarque une frappante similitude; les différences minimes portant sur les alcalis entraînent une légère variation de la nature du feldspath (conforme à l'observation directe) qui oscille entre l'anorthite presque pure dans 1 (Béréba) et la bytownite dans 4 (Jonzac). Le calcul met en évidence une petite quantité de silice libre dans 1 et 2, un peu de silice déficitaire dans 4 et 5; l'excès de silice se traduit minéralogiquement par l'existence d'une faible proportion de quartz ou de tridymite (1). L'analyse 3 se trouve à la limite des deux groupes α et β.

		1.		2.		3.		4.		5.	
SiO^2 libre		3,48		3,24		0,72		»		»	
Feldspaths	Orthose	1,11	34,93	1,11	39,28	1,67	32,89	1.11	38,99	1,11	37,49
	Albite	1,57		3,14		3,14		7,86		5,24	
	Anorthite	32,25		35,03		28,08		30,02		31,14	
Pyroxènes	$Ca SiO^3$	9,40	57,94	7,19	54,68	10,79	65,91	8,93	55,53	10,44	56,69
	$Mg SiO^3$	16,20		17,00		17,40		17,30		14,70	
	$Fe SiO^3$	32,34		30,49		37,22		29,30		31,55	
Péridote	$Mg^2 SiO^4$	»		»		»		0,91	2,68	1,75	5,93
	$Fe^2 SiO^4$	»		»		»		1,78		4,18	
Magnétite		0,46		0,70		»		0,23		»	
Ilménite		1,22		1,22		0,76		0,91		»	
Pyrrhotite		0,57		0,27		»		0,30		»	
Chromite		1,25		0,45		»		0,46		0,54	
Apatite		0,34		0.34		»		0,34		»	
An pour 100		96		92		90		79		85	

On peut remarquer dans le pyroxène calculé une prédominance considé-

(1) Il existe un peu de quartz dans les eucrites de Jonzac et de Stannern; il y est par suite réactionnel.

rable des métasilicates de fer et de magnésie sur celui de chaux, bien qu'il n'y ait pas d'hypersthène exprimé; l'examen optique fait voir qu'il s'agit là d'un pyroxène monoclinique du groupe diopside- hypersthène, pour employer la terminologie de M. Wahl.

GÉODÉSIE. — *La forme du géoïde par la pesanteur. Utilisation correcte de données régionales par l'emploi de la fonction de Green-Neumann.* Note de M. **Marcel Brillouin.**

1. La recherche *détaillée* de la forme du géoïde, ainsi que de la distribution de la pesanteur à sa surface, est certainement le but principal de la géodésie scientifique. Il y a déjà bien longtemps que Stokes a montré la liaison de ces deux problèmes. Si l'on connaissait la distribution détaillée de la pesanteur *pour tout le globe terrestre*, on en déduirait la forme détaillée de tout le géoïde et réciproquement. Mais, outre qu'on est loin d'avoir triangulé la surface entière des continents, on ne possède encore aujourd'hui aucune méthode directe de détermination de la forme du géoïde sur l'énorme surface des océans. La mesure de la pesanteur est d'une organisation technique beaucoup plus simple; aussi possède-t-on des cartes très instructives de sa distribution sur l'Europe centrale, l'Italie et la côte Adriatique, l'Espagne, certaines régions des États-Unis et de l'Inde. Mais tout cela ne forme qu'une très petite fraction de la surface des continents; quelque intérêt que présentent les mesures effectuées jusqu'ici à la surface des océans, on attendra encore longtemps avant de connaître la distribution *sur tout le globe* avec une précision à peu près uniforme.

Comment tirer parti des mesures détaillées de la pesanteur, effectuées sur des régions limitées, pour acquérir une certaine connaissance de la forme du géoïde dans ces régions et dans leur voisinage. La méthode de Stokes par développements en fonctions sphériques devient inapplicable, parce qu'elle comporte alors une part d'arbitraire tout à fait excessive dans le choix du rang des polynomes de Laplace, en nombre pratiquement limité, à l'aide desquels on cherche à utiliser des données régionales.

Il existe heureusement un autre moyen de relier la pesanteur au géoïde, moyen que les géodésiens n'ont, je crois, jamais mis en œuvre; c'est l'emploi méthodique de la fonction de Green-Neumann.

2. La fonction de Green-Neumann, que j'appellerai Γ, est une fonction harmonique ($\Delta\Gamma = 0$) des coordonnées ξ, η, ζ d'un point P, où l'on veut calculer le potentiel, et aussi des coordonnées x, y, z d'un autre point M, tous deux extérieurs aux masses actives. Appelons ρ la distance du point variable M au point fixe P. Quand le point M se rapproche de P, Γ devient infini comme $\frac{1}{\rho}$; partout ailleurs Γ est régulière; à l'infini Γ devient nulle comme $\frac{1}{\rho}$. Quand M est sur la surface S, entourant toutes les masses agissantes, où l'on connaît la pesanteur $\left(-\frac{\partial V}{\partial n}\right)$, on a $\frac{\partial \Gamma}{\partial n} = 0$; dn est un élément de normale vers l'intérieur du domaine vide. Dans ces conditions, un théorème bien connu de Green donne

$$(1) \qquad 4\pi V_P = -\iint \frac{\partial V}{\partial n} \Gamma \, dS.$$

Γ est connu pour la sphère (Neumann) et pour l'ellipsoïde planétaire (Heine). Je n'emploierai que la sphère, qui suffit pour la précision actuelle des mesures :

$$\Gamma = \frac{1}{\rho} + \frac{R}{D}\frac{1}{\rho'} - \frac{1}{R}\log\frac{\rho' + D' - r\cos\theta}{r(1-\cos\theta)};$$

O centre de la sphère de rayon R, $\theta = \widehat{POM}$.

$$r = OM, \qquad D = OP, \qquad D' = OP' = \frac{R^2}{D}, \qquad \rho = PM, \qquad \rho' = P'M.$$

Le premier terme est le potentiel d'une masse 1 au point P; le deuxième terme, celui d'une masse R : D au point conjugué P'; le troisième, celui d'une masse négative égale, répartie avec la densité $\frac{1}{R}$ sur la droite OP'.

Lorsque P est sur la surface même de la sphère R, on reconnaît facilement qu'il n'y a rien à changer à la formule (1).

Γ s'exprime alors facilement à l'aide de l'angle θ et de R :

$$(2) \qquad R\Gamma = \frac{1}{\sin\frac{\theta}{2}} - \log\left(1 + \frac{1}{\sin\frac{\theta}{2}}\right), \qquad dS = R^2 \sin\theta \, d\theta \, d\alpha;$$

l'angle θ est compté à partir du rayon OP; l'angle α est l'angle azimutal autour de OP.

$$(I) \qquad 4\pi V_P = R\iint g \times 2\cos\frac{\theta}{2}\left[1 - \sin\frac{\theta}{2}\log\left(1 + \frac{1}{\sin\frac{\theta}{2}}\right)\right] d\theta \, d\alpha.$$

3. Si nous associons dans la formule (1), une forme de surface de niveau S aux forces normales $-\frac{\partial V}{\partial n}$ que la théorie lui assigne, nous trouverons V=const. Ainsi, la distribution dite «normale» de la pesanteur nous donnera la valeur constante de V sur l'ellipsoïde fondamental. Définissons la forme du géoïde par rapport à l'ellipsoïde fondamental, au moyen des excès δV ; la formule (1) montre que nous aurons

$$4\pi\,\delta V_P = \iint \delta g.\Gamma.dS.$$

C'est pour ces excès seulement que nous avons à faire des calculs. Il est bien évident qu'arrivés à ce point, nous pouvons, actuellement, pour le calcul de ces excès employer la sphère au lieu de l'ellipsoïde.

Il ne reste aucune ambiguïté quant au rôle de chacune des régions étudiées pour la gravité. L'excès, en un point quelconque P du globe s'obtiendrait en calculant la formule (1) pour la surface entière du globe. Chaque région connue fournit une partie du total, qui est acquise indépendamment des autres. *On peut donc utiliser les régions où la carte des δg a été tracée, pour en déduire, dans ces régions et sur tout le globe, la partie du δV due à cette région.*

On doit donc utiliser chaque région bien étudiée en limitant l'intégration à son contour, ce qui revient à prendre partout ailleurs δg nul. C'est là un document définitif.

Si, plus tard, on connaît la carte des δg d'une autre région, on la traitera de même; on n'aura rien à recommencer pour la première. Par simple addition, on aura, en tout point du globe, la contribution des δg de ces deux régions au δV par rapport à l'ellipsoïde fondamental.

Naturellement, les renseignements fournis par une région peu étendue ne sont détaillés et à peu près fidèles — à une pente uniforme et à une courbure générale près — que pour le centre de cette région; près des bords, l'ignorance de l'extérieur rend évidemment imparfait le résultat dû à cette seule région. Hors de la région et près d'elle, l'imperfection est plus grande encore. Au loin, le renseignement se réduit à une indication de pente et de courbure générale. Il faut donc apporter quelque prudence dans l'*interprétation* de ces résultats; il semble bien pourtant que les déviations relatives de la verticale, au moins dans la partie centrale, devront être à peu près conformes aux observations directes.

Quoi qu'il en soit, l'emploi de la formule (I) *dans les conditions indiquées fournit, sans ambiguïté, tout ce que peut donner, pour tout le globe, la région*

où δg est connu. Le document ainsi obtenu est définitif, et les nouveaux documents s'y agrègent de la manière la plus simple, par addition.

4. J'ai calculé les valeurs numériques de Γ, et celles du facteur de la formule (I).

Le court extrait ci-joint donne une idée suffisante de l'allure du facteur $\Gamma \sin \theta$.

θ.	Γ sin θ.	θ.	Γ sin θ.	θ.	Γ sin θ.
° ′		°		°	
0. 0......	1	2	0,929	90	0,266
10......	0,990	4	0,881	120	0,167
20......	0,983	10	0,776	140	0,109
30......	0,976	30	0,576	160	0,054
1°	0,958	60	0,390	180	0

La quadrature est très facile, à l'aide d'un transparent; et pas trop longue; M. Chevallier a bien voulu l'entreprendre sous ma direction pour les régions actuellement connues. Les résultats en seront publiés ailleurs ainsi que la discussion des points délicats, en particulier du mode de réduction d'altitude qu'il convient d'adopter pour que les résultats aient une signification définie.

Dès à présent je veux signaler l'importance qu'auraient les mesures détaillées de pesanteur sur la surface de la France, des Iles Britanniques, de la Tunisie, de l'Algérie et du Maroc, jointes à des mesures en sous-marin dans la Méditerranée occidentale et l'Adriatique d'une part, ainsi que dans la mer du Nord, la Manche et la mer d'Irlande. On constituerait ainsi avec l'Espagne, l'Italie et l'Europe centrale, déjà étudiées, un domaine de quelque 30° en longitude et autant en latitude, capable de fournir des renseignements tout à fait intéressants.

N. B. — A propos de ma Note du 30 mars 1925, *Champ de gravitation extérieure et densités intenses* (*Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 987), je dois au professeur Laura, de Padoue, l'indication de travaux de géomètres italiens dont les plus récents m'avaient échappé : Pizetti, Morera, Lauricella, dans les *Rendiconti dei Lincei* et les *Annali di Matematica*. Crudeli, Mineo, dans la *Rivista Archimede* (Palermo); Laura dans les *Annali di Matematica* et les *Memorie della Soc. Astron. Ital.* Ces travaux portent sur des sujets très voisins avec des conclusions presque identiques à celles de ma Note. Ils en diffèrent par le point de vue exclusivement mathématique, tandis que le but de ma Note était de montrer le caractère trop arbitraire des réductions dites *isostatiques*, et des conséquences géodésico-géologiques qu'on prétend en tirer.

BOTANIQUE. — *Les dernières publications et les collections botaniques du Prince Roland Bonaparte, membre de l'Académie.* Note de M. **Henri Lecomte.**

J'ai l'honneur de déposer, pour la bibliothèque de l'Institut, les trois derniers fascicules (XIV, XV et XVI) des *Notes ptéridologiques* de notre éminent et regretté confrère, le Prince **Roland Bonaparte.**

Les fascicules XIV et XV, consacrés à la description des Fougères de diverses parties du monde, en particulier du Congo belge, de Madagascar, de l'Inde, de l'Indochine et de Bornéo, furent imprimés, mais non distribués, pendant la première période de la maladie du Prince. Le fascicule XVI, qui termine la série, est tout entier consacré à l'étude des très importantes collections de Fougères recueillies à Madagascar par le botaniste-explorateur Perrier de la Bâthie, dont l'Académie a plusieurs fois couronné les travaux. Ce fascicule, dont les matériaux avaient été rassemblés par le Prince vers la fin de sa cruelle maladie, a été complété par le ptéridologue connu C. Christensen, de Copenhague, qui fut son collaborateur habituel, et la publication a été assurée et dirigée, avec une filiale sollicitude, par S. A. R. Madame la Princesse de Grèce née Princesse Bonaparte.

Avec ce fascicule XVI récemment imprimé se termine la série des *Notes ptéridologiques*. Même au moment où il se trouvait terrassé physiquement par la maladie, le Prince Bonaparte avait donc conservé pour l'étude des Fougères une prédilection marquée dont ces publications posthumes nous apportent la preuve manifeste (1).

C'est vers l'année 1900 que l'étude des plantes prit une place prépondérante et presque exclusive dans les préoccupations scientifiques du Prince Bonaparte et, dès ce moment, il conçut le projet, déjà réalisé avant lui par le Dr Cosson et par Drake del Castillo, de rassembler dans les vastes locaux de son hôtel une collection générale des végétaux du monde entier ; et, au service de cette conception, il mit toutes les ressources de son activité. Mais devant l'énorme accumulation de matériaux que comporte une telle collec-

---

(1) Les *Notes ptéridologiques* publiées par le Prince Roland Bonaparte comprennent des fascicules de I à XVI ; mais le fascicule VI, annulé par l'auteur pour des raisons d'exécution matérielle défectueuse, n'a jamais été distribué et les matières qu'il contenait se trouvent réparties dans les fascicules suivants.

tion, il reconnut bien vite la nécessité de limiter son champ d'action ; il se proposa dès lors pour but de constituer un herbier aussi complet que possible de Fougères, car il avait fait de ces élégants végétaux l'objet principal de ses études personnelles.

Il conserva cependant les collections générales déjà rassemblées et il eut même encore maintes occasions de les enrichir par des acquisitions nouvelles parfois très importantes ; mais il ne dissimulait pas dès ce moment une sollicitude manifeste pour sa collection spéciale de Fougères qu'il avait à cœur de rendre aussi parfaite et aussi complète que possible. Les herbiers personnels de plusieurs ptéridologues réputés vinrent former le fonds de cette collection et bientôt s'y ajoutèrent les envois d'une légion d'établissements publics, de botanistes amateurs ou de voyageurs naturalistes des deux Mondes ; et ces envois étaient provoqués par une correspondance pressante et persistante.

Le Prince Bonaparte ne se contentait pas d'accumuler ces matériaux ; il en poursuivait l'étude avec autant de sagacité que d'acharnement et cette fièvre de travail ne manquait pas de stimuler le zèle des correspondants. Il réussit ainsi, par des efforts soutenus, par des subventions généreusement et judicieusement accordées, et ajoutons-le aussi, par le prestige qui s'attachait naturellement au nom qu'il portait, à rassembler, en moins de 20 ans, un herbier de Fougères ne comprenant pas moins de 2000 cartons sur un ensemble d'environ 10.000 que comptait l'ensemble de ses collections botaniques. L'herbier ptéridologique du Prince Bonaparte constitue donc un ensemble imposant et sans rival ; il est particulièrement riche à la fois par le nombre considérable des spécimens, par la perfection de son organisation matérielle et de son classement et enfin par le grand nombre d'espèces-types qu'il contient.

Le Prince Bonaparte avait en outre constitué, dans sa bibliothèque générale si remarquable et si connue, une section spéciale consacrée à la botanique et spécialement à la connaissance des Fougères. On y rencontre non seulement les ouvrages généraux traitant de la biologie ou de la classification des Ptéridophytes, mais encore une série unique de notes anciennes ou récentes sur le même sujet.

L'Académie des Sciences, qui a eu à sa disposition pendant une dizaine d'années le Fonds Bonaparte destiné à favoriser la recherche sientifique, sait que la préoccupation constante de notre regretté confrère était de favoriser par tous les moyens l'essor scientifique de notre pays. Aussi aimait-il

à considérer ses propres collections comme une part de notre patrimoine national destiné à devenir plus tard l'apanage de nos grands établissements scientifiques pour le plus grand bien des travailleurs.

C'est en s'inspirant de cette haute et patriotique manière de voir que S. A. R. Madame la Princesse de Grèce a disposé généreusement des collections du Prince Bonaparte.

Le Muséum national d'Histoire Naturelle comptait le Prince Bonaparte parmi ses visiteurs habituels et, par sa destination même, il était tout désigné pour recevoir ses collections; mais les galeries botaniques de l'établissement, qui datent de 1838 et qui sont depuis plus de cinquante ans notoirement insuffisantes, ne pouvaient matériellement les abriter. Aussi, en présence de cette situation, Madame la Princesse de Grèce a bien voulu détacher pour le Muséum la belle collection de Fougères du Prince Bonaparte, avec la bibliothèque ptéridologique correspondante. Ce magnifique ensemble se trouve actuellement installé au Muséum, dans une salle spécialement aménagée pour la recevoir et qui portera dorénavant le nom de Galerie Bonaparte.

La partie de l'herbier comprenant les Phanérogames a été attribuée à la Faculté des Sciences de Lyon qui a pu disposer de locaux suffisants pour la recevoir.

Et le vœu du Prince Bonaparte se trouve ainsi réalisé : les matériaux recueillis par lui seront, à Lyon comme au Muséum, mis à la disposition des travailleurs pour le plus grand profit de la Botanique.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les variations des quantités de substances azotées, en particulier de l'urée, contenues dans la salive.* Note de MM. **A. Desgrez**, **R. Moog** et Mme **L. Gabriel**.

En dehors de certaines substances particulières formées par le protoplasma des cellules des glandes génératrices de la salive (mucine, ptyaline, acide sulfocyanique), on a trouvé, dans cette sécrétion, quelques autres corps dérivés du sang, dont les proportions semblent dépendre étroitement de la composition même de ce liquide, et, par suite, dans une certaine mesure, de l'activité rénale.

Parmi ces corps figure l'urée, longtemps considérée, à la suite des recherches de Ritter (1873), comme un élément anormal de la salive. Il

faut arriver jusqu'à 1883 pour que Fleischer envisage l'urée comme élément normal de cette sécrétion et remarque son augmentation jusqu'à $0^g,30$ et $0^g,40$, par jour, comme conséquence d'un état pathologique des reins. Depuis lors, des constatations analogues ont été faites d'abord chez les animaux (Debove et Dreyfus; Ch. Richet et Barrié), puis chez l'homme (Hench et Aldrich; Landsberg). Voici plusieurs années que nous analysons, à ce même point de vue, la salive des malades azotémiques mis obligeamment à notre disposition, dans leur service d'hôpital, par MM. Widal, Achard et Rathery.

Nos recherches présentent cet intérêt que les dosages ont été comparativement effectués avec l'hypobromite de soude et le xanthydrol et que nous avons provoqué la sécrétion, le plus souvent très faible, de nos malades en l'excitant par un procédé chimique (succion d'un petit cristal d'acide citrique, $0^g,10$ environ) ou par un procédé mécanique. Nous avons remarqué que la sécrétion présente une teneur en urée qui peut dépendre, pour une proportion minime, du procédé employé pour l'augmenter et qu'il vaut mieux, en tout cas, recourir à un excitant mécanique, par conséquent de réaction neutre. On obtient ainsi, en 25 minutes environ, une quantité de liquide permettant deux dosages.

Dans la salive normale, sans excitation de la sécrétion, la proportion d'urée vraie, c'est-à-dire dosée au xanthydrol et rapportée au litre, a varié, suivant la richesse du régime en protéiques, entre 59 et 197^{mg}. En excitant la sécrétion, les chiffres ont varié entre 23 et 164^{mg}. Les mêmes dosages, effectués sur la salive d'une cinquantaine d'azotémiques, ont donné, pour la sécrétion excitée, un taux d'urée variant entre 330 et 1140^{mg}. Ces résultats montrent que, même dans la salive diluée par l'excitation de la sécrétion, le taux de l'urée est toujours notablement supérieur à celui fourni par la salive des sujets normaux.

Nous avons de plus remarqué, en accord avec Landsberg, que la proportion de l'urée salivaire suit celle de l'urée sanguine, bien qu'elle lui soit toujours un peu inférieure. Ayant constaté que cette différence croît avec le délai qui s'écoule entre la récolte de la salive et le dosage, nous avons recherché si, dans la salive recueillie, l'urée ne se trouve pas détruite partiellement par les ferments qui l'accompagnent. Voici quelques résultats :

Expérience.	Urée pour 1000 au moment de la récolte.	17 heures après, sans antiseptique.	24 heures après, avec antiseptique.
	g	g	g
1.	0,042	0,00	0,00
2.	0,061	"	"
3.	0,171	"	0,153
4.	0,137	"	0,127
5.	0,127	"	0,043
6.	0,163	0,05	0,077
7.	0,090	0,00	0,086
8.	0,129	0,072	0,083

On voit que la décomposition de l'urée a bien lieu comme nous l'avions supposé et que la présence d'un bon antiseptique retarde cette décomposition, sans toutefois l'empêcher complètement.

Comme on pouvait s'y attendre, les dosages effectués par l'action de l'hypobromite, sans défécation à l'acide phosphotungstique, donnent des résultats toujours notablement supérieurs à ceux obtenus avec le xanthydrol. Ces différences dépendent d'une quantité assez élevée de composés ammoniacaux autres que l'urée. En confirmation avec ce que nous venons de voir, ils augmentent avec le délai qui s'écoule entre la récolte de la salive et le dosage.

Le rapport $\frac{Nu}{Nt}$ de l'azote de l'urée, dosée au xanthydrol, à l'azote total montre également que la salive renferme une proportion élevée de cet azote non uréique. Nous avons, en effet, trouvé pour ce rapport, à l'état normal, une moyenne de 0,16. Il s'élève notablement chez les azotémiques pour lesquels nos recherches donnent une moyenne de 0,27, c'est-à-dire que, chez ces malades, comme le font prévoir les travaux de M. Widal sur le sang, l'urée augmente plus rapidement que les autres composés azotés.

Conclusions. — Nos recherches confirment l'augmentation, déjà observée par quelques auteurs, de l'urée salivaire dans l'insuffisance rénale. Ce dosage facile peut fournir une indication très utile au médecin. Il sera pratiqué sur la sécrétion normale, ou, si elle est trop faible, sur celle obtenue après légère excitation par procédé mécanique ou chimique, mais la salive devra être toujours d'émission récente, pour éviter une perte rapide d'urée par fermentation. On observe, en outre, chez les azotémiques, une augmentation du rapport de l'azote de l'urée à l'azote total.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres d'absorption de quelques cristaux de terres rares et leurs modifications dans un champ magnétique, à la température de l'hélium liquide.* Note (¹) de MM. **Jean Becquerel, H. Kamerlingh Onnes** et **W.-J. de Haas.**

Les recherches que nous poursuivons à Leyde sont la suite naturelle des travaux de spectroscopie et de magnéto-optique aux basses températures inaugurés en 1906 au Muséum, (²) continués à Leyde en 1908 (³) et étendus à cette époque jusqu'à la température de 14° K. (hydrogène solide). Les expériences sont devenues possibles à 4°,2 K depuis que l'hélium liquide a été rendu transportable (⁴).

Le cryostat comprend maintenant 3 tubes vacuum concentriques, respectivement remplis d'hélium, d'hydrogène et d'azote liquides. Les lames cristallines, convenablement orientées, baignent dans l'hélium du tube intérieur. La partie inférieure de ce cryostat n'a que 14^{mm} de diamètre extérieur; elle est placée entre les pièces polaires d'un gros électro-aimant Weiss.

Nous employons un spectrographe à réseau plan de Rowland avec lentille de $1^m,30$ de distance focale fonctionnant par auto-collimation.

Les cristaux utilisés jusqu'à présent sont 4 cristaux uniaxes : xénotime (spectre dû à l'erbium), tysonite, parisite, bastnæsite (spectres dus au didyme).

Effet de la température. — Il avait été constaté autrefois que les spectres des cristaux de terres rares, très riches en bandes d'absorption à 80° K, se simplifient quand on abaisse la température jusqu'à 14° K. A 4°,2 K. (hélium) ces spectres sont, dans leur ensemble, encore un peu plus simples.

Quelques bandes qui étaient passées par un maximum d'absorption, mais restaient encore visibles à 14° K, se sont totalement évanouies. Par contre, il existe aussi des bandes qui, apparues seulement à une température déjà très basse, croissent en intensité jusqu'à 4°,2 K.

Effet d'un champ magnétique. — Nous nous sommes bornés, jusqu'à

(¹) Séance du 16 novembre 1925.

(²) Jean Becquerel, *Le Radium*, 4, 1907, p. 49, 107, 328, 383; 5, 1908, p. 195.

(³) Jean Becquerel, et H. Kamerlingh Onnes, *Comm. Leiden*, n° 103, 1908; *Le Radium*, 5, 1908, p. 227.

(⁴) H. Kamerlingh Onnes, *Comm. Leiden*, Supplément n° 50, 1924, p. 6.

présent, au cas où l'axe optique du cristal et le faisceau lumineux sont dirigés suivant les lignes de force.

Les figures représentent, aux températures de 20°,3 K., et de 4°,2 K. deux groupes de bandes du xénotime, dans un champ de 26,17 kilogauss. Le spectre sans champ et les spectres de vibrations circulaires de sens opposés, avec champ, sont juxtaposés sur un même cliché.

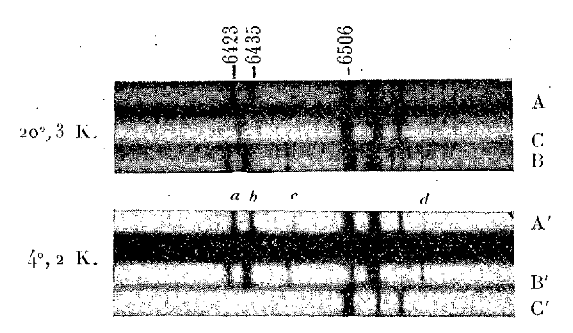


Fig. 1. — Xénotime, bandes dans le rouge (1er sp. réseau).

A, A' : spectres, sans champ magnétique, à 20°,3 K. et à 4°,2 K.; B, C et B', C' : spectres de vibrations circulaires inverses dans un champ de 26170 gauss (B et B', vibrations circulaires de même sens que le courant).

Un fait attendu, mais qui demandait vérification, est que les changements de période sont indépendants de la température.

Un phénomène remarquable est l'énormité des dissymétries d'intensité

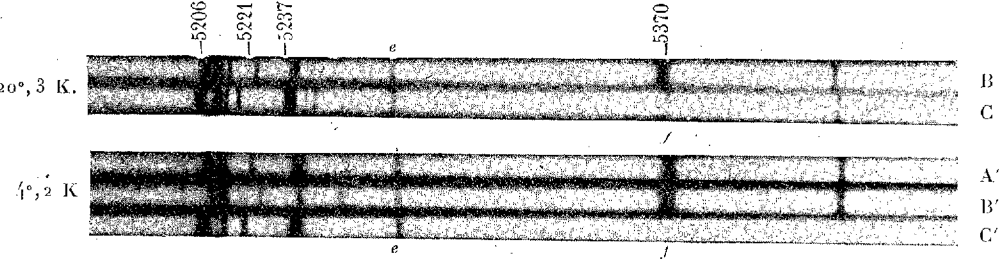


Fig. 2. — Xénotime, bandes dans le vert (2e sp.).

A' : spectre sans champ à 4°,2 K.; B, C et B', C' : spectres de vibrations circulaires inverses à 20°,3 K. et à 4°,2 K.

des composantes correspondant à l'absorption de vibrations circulaires inverses. Ces dissymétries (déjà étudiées jusqu'à 14° K.) deviennent telles, à 4°,2 K., que dans le cas du xénotime les spectres de deux vibrations circulaires de sens inverses ont des aspects totalement différents. La dissymétrie va même souvent jusqu'à la disparition totale d'une des composantes,

comme on le voit sur les figures pour *a*, *b*, *c*, *d*, *f*. Les dissymétries de quelques bandes apparaissent déjà dans un champ estimé inférieur à 2000 gauss. Pour les autres cristaux les dissymétries sont moins considérables, bien qu'encore très grandes.

Jusqu'à 14° K., il était apparu comme règle que la tendance des dissymétries était toujours de renforcer les composantes déplacées vers le violet; parmi les dissymétries de sens contraire observées à des températures moins basses, la plupart avaient changé de sens, et les autres s'étaient atténuées, laissant prévoir un changement de sens à une température inférieure à 14° K. C'est bien ce qu'on observe, en général, à 4° K. Cependant nous avons constaté deux exceptions, dont l'une est visible en *e* (*fig.* 2) : à 20° K., c'est la composante déplacée vers le violet qui est la plus intense, mais l'inverse a lieu à 4° K.

Ainsi la règle d'après laquelle la vibration circulaire accélérée par le champ magnétique tend à prédominer quand l'agitation thermique diminue, phénomène qu'on pouvait penser être connexe d'un effet d'orientation peut-être lié au paramagnétisme, n'apparaît plus comme une loi générale. C'est un fait inattendu, et très curieux.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET GÉNIE CIVIL. — *A propos d'un projet de mise en valeur des chutes à créer entre la Méditerranée et la mer Morte.* Note de M. **Imbeaux**.

Je reconnais que M. P. Simon, ingénieur à Lyon, avait fait paraître dans le journal *l'Électricien*, les 15 et 22 août 1903, deux articles décrivant un procédé analogue d'utilisation de l'évaporation de l'eau d'une nappe située à un niveau inférieur à une autre, et tout spécialement l'application de ce procédé à la création d'une chute ayant la Méditerranée pour origine et la mer Morte pour point d'aboutissement. Le projet de M. Simon diffère d'ailleurs de celui de MM. Gandillon et Imbeaux (¹) en ce qui regarde les moyens de réaliser l'idée commune. MM. Gandillon et Imbeaux déclarent formellement que lorsqu'ils ont imaginé et étudié leur projet, ils ignoraient totalement la publication faite en 1903 par M. Simon.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 11.

M. **Aimé Witz** fait hommage à l'Académie (¹) d'une étude, intitulée *Les huiles lourdes dans les moteurs*, dont l'objet est de préciser les meilleures conditions de l'emploi des huiles lourdes, non seulement dans les moteurs à combustion, mais encore dans les moteurs à explosion et dans les moteurs à combustion mixte.

COMMISSIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, MM. **E. Picard**, **H. Deslandres**, **M. Brillouin**, pour les Sciences mathématiques; MM. **A. Lacroix**, **H. Le Chatelier**, **Ch. Richet** pour les Sciences physiques, sont élus membres de la Commission qui, sous la présidence de M. le Président de l'Académie, dressera une liste de candidats à la place d'Associé étranger vacante par la mort de *Sir Archibald Geikie*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la Chaire d'*Histophysiologie* du Collège de France.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

M. **Jean Tilho** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. *L. Gentil*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le fascicule XXII, Partie II, des *Études de Lépidoptérologie comparée*, par feu Charles Oberthür. (Présenté par M. L. Bouvier.)

(¹) Séance du 16 novembre 1925.

2° Le fascicule XXIII des mêmes *Études : Tables générales systématiques et alphabétiques* 1904 *à* 1925, par C. Houlbert et P. Rondou. (Présenté par M. L. Bouvier.)

3° Leopold Kober. *Gestaltungsgeschichte der Erde.* (Présenté par M. Pierre Termier.)

4° V. A. Obroutcheff. *Région frontière de Dzoungarie,* 1914. *Grégoire Nicolaevitch,* 1916. *Kurze Übersicht der russischen Forschungen im Gebiet der Erdkunde während der Jahre* 1914-1921. *Kurze Skizze der Tektonik von Sibirien : Orogenetische Zyklen Strukturelemente und Faltensysteme,* 1922. *Geographische und geologische Skizze des Grenzgebietes der Dzungarei,* 1922, 1923. *Région aurifère d'Olekm et de Vitima,* 1923.

ALGÈBRE. — *Sur le module minimum des zéros de l'équation trinome.* Note de M. P. Sergesco, présentée par M. Goursat.

Soit $f(x) = a_0 + a_p x^p + a_n x^n$ avec $|f(x)| \leqq M$ pour $|x| \leqq R$, où a_0 et a_p sont donnés. *Quel est le minimum du module de la plus petite racine, différente de l'origine de l'équation* $f(x) = a_0$? On a

$$|f(x) - a_0| \leqq |f(x)| + |a_0| \leqq M + |a_0| = M'.$$

Donc, nous supposerons $a_0 = 0$ et nous remplacerons M par M'. Si nous posons $f^{(p)}(x) = F(x)$, on a

$$F(0) = p!\, a_p \neq 0, \quad F'(0) = F''(0) = \ldots = F^{(n-p-1)}(0) = 0, \quad F^{(n-p)}(0) = n!\, a_n \neq 0.$$

$f(x)$ étant borné, nous pouvons appliquer à $f'(x)$ l'inégalité (L) d'une de nos Notes antérieures ([1]). Il s'ensuit que dans le cercle θR $(\theta < 1)$, on a

$$|f^{(p)}(x)| = |F(x)| < p!\, \frac{M'}{(1-\theta)^p R^p} = k.$$

On en déduit, en vertu de l'inégalité qui se trouve en haut de la page 324 de la Note citée,

$$|F^{(n-p)}(x)| \leqq (n-p)!\, \frac{k^2 - |F(x)|^2}{k[\theta R - |x|]^{n-p}},$$

$$|a_n| \leqq \frac{p!\,(n-p)!}{n!} \, \frac{M'}{R^n \theta^{n-p} (1-\theta)^p}.$$

([1]) *Comptes rendus,* 179, 1924, p. 322.

Or, les racines non nulles de $a_p x^p + a_n x^n = 0$ ont le module

$$\rho = \sqrt[n-p]{\frac{|a_p|}{|a_n|}} \geqq \sqrt[n-p]{\frac{|a_p| R^n \theta^{n-p} (1-\theta)^p n!}{M' p! (n-p)!}}.$$

D'après les inégalités de Cauchy,

$$R^p |a_p| < M', \quad \ldots, \quad \sqrt[n-p]{\frac{|a_p| R^p}{M!}} > \frac{|a_p| R^p}{M'},$$

$$\rho \geqq \frac{|a_p| R^{p+1}}{M'} \sqrt[n-p]{C_n^p \theta^{n-p} (1-\theta)^p}.$$

Ceci a lieu quel que soit θ compris entre 0 et 1. En mettant dans le second membre la valeur de θ qui rend le produit sous le radical maximum, on a finalement

$$\text{(S)} \qquad \rho \geqq \frac{|a_p| R^{p-1}}{M'} \frac{n-p}{n} \sqrt[n-p]{C_n^p \left(\frac{p}{n}\right)^p}.$$

Cette inégalité résout le problème posé au début.

Pour $p = 1$, on peut abaisser cette limite en tenant compte de l'inégalité (K) de la Note citée. On obtient

$$\rho \geqq \frac{R^2 |a_1|}{M'} \sqrt{\frac{n-1}{n+1}}.$$

Enfin, pour $p = 1$, $n = 2$, on obtient directement une limite meilleure :

$$\rho \geqq \frac{|a_1| R^2}{M' + |a^1| R} = \frac{|a_1| R^2}{M + |a_0| + |a_1| R}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de développements en série.* Note de M. G. **Valiron**, présentée par M. Émile Borel.

Dans un Mémoire qui doit paraître dans un autre Recueil, j'ai obtenu des solutions de l'équation différentielle fonctionnelle

$$(1) \qquad a(z)\varphi'(\sigma z) - \varphi(z) = 0, \qquad z = x + iy,$$

où $a(z)$ est une fraction rationnelle et σ *un nombre réel supérieur à* 1, en appliquant la méthode des approximations successives dans les deux sens : on introduit un second membre e^{bz} et l'on effectue les approximations par intégrations successives comme M. Flamant l'a fait dans sa Thèse [1], puis

[1] *Sur une équation différentielle fonctionnelle linéaire* (*Rendiconti del Circolo mat. di Palermo*, 48, 1924, p. 135-208).

on prend l'équation avec second membre $-e^{bz}$ et l'on procède par dérivations successives. Cette seconde opération introduit des séries de la forme

$$f(z)=\sum_{1}^{\infty} c_n(z)\, e^{-\sigma^n z}, \tag{2}$$

où les $c_n(z)$ sont des fractions rationnelles. Lorsque $a(z)$ est un polynome de degré p, $c_n(z)$ est un polynome de degré $(n-1)p$, le module du coefficient de plus haut module de ce polynome a un logarithme de la forme

$$\frac{1}{2}n^2(p+1)(1+\varepsilon_n), \qquad \lim \varepsilon_n = 0,$$

la série (2) converge pour $x>0$ et *diverge pour* $x<0$ *sauf peut-être pour les points d'un ensemble de mesure linéaire nulle* (¹). Je vais montrer ici que *les fonctions définies par les séries de la forme* (2), *où les* $c_n(z)$ *satisfont à des conditions de cette espèce, admettent la droite* $x=0$ *comme ligne singulière.* Il en résultera que, lorsque $a(z)$ est un polynome non nul à l'origine, l'équation admet une solution holomorphe dans tout angle A de sommet $z=0$ et d'ouverture inférieure ou égale à π ne renfermant pas de zéros de $a(z)$, les côtés de A étant lignes singulières de cette solution.

On emploie la méthode de MM. Carlson et Landau (²) : si l'on introduit la fonction auxiliaire

$$\Phi(u)=\prod_{1}^{\infty}{}'\left(1-\frac{u}{\sigma^n}\right)^{np}=\sum_{0}^{\infty} b_q u^q \qquad (n\neq m),$$

on démontre que, pour $x>0$, on a

$$\sum_{0}^{\infty}(-1)^q b_q f^{(q)}(z)=e^{-\sigma^m z}\left[c_m(z)\Phi(\sigma^m)-c'_m(z)\Phi'(\sigma^m)+\frac{1}{2!}c''_m(z)\Phi''(\sigma^m)-\ldots\right], \tag{3}$$

le crochet ne renfermant que $(n-1)p+1$ termes. Les coefficients b_q vérifient en effet les inégalités

$$\log|b_q|<-\mathrm{K}q^{\frac{3}{2}} \qquad (q>q_0),$$

K et q_0 ne dépendant pas de m, ce qui montre aussi que, si la fonction $f(z)$

(¹) J'ai étendu aux séries de la forme (2) et de la forme (4) donnée ci-après un certain nombre de propriétés des séries de Dirichlet [$c_n(z)$ polynome ou fraction rationnelle convenables].

(²) *Neuer Beweis und Verallgemeinerungen des Fabryschen Lückensatzes* (*Göttinger Nachr.*, 1921, p. 184-188).

est holomorphe pour $z = iy$, l'égalité (3) est encore valable dans un cercle C de rayon r non nul, ayant pour centre ce point, et que dans ce cercle le second membre de (3) est borné par un nombre indépendant de m. Dans le crochet du premier membre de (3) on peut mettre le premier terme en facteur et reconnaître, en utilisant la décomposition en fractions simples de $\frac{c'}{c}$ et $\frac{\Phi'}{\Phi}$, que le multiplicateur de ce facteur est compris entre $\frac{1}{2}$ et 1 dès que m est assez grand, à condition d'exclure éventuellement un ensemble E de mesure nulle de valeurs de z. D'autre part, $\log|\Phi(\sigma^m)|$ est asymptotiquement égal à $\log|\Phi(-\sigma^m)|$ et par suite très grand. Si S est le segment d'abscisse $x = -\frac{1}{2}r$ intérieur à C on a, sauf pour les points de S appartenant à E,

$$|c_m^{(q)}(z)| < \mathrm{M}e^{-\frac{r}{2}\sigma^m + m^2} \qquad (m > m_0),$$

la série (2) convergerait dans C à droite de S, ce qui est en contradiction avec l'énoncé donné plus haut.

On étend de même le théorème de M. Hadamard sur les séries de Taylor lacunaires aux séries générales

$$(4) \qquad \sum_{1}^{\infty} c_n(z) e^{-\lambda_n z},$$

où les λ_n sont des nombres positifs croissants satisfaisant à des conditions convenables et les $c_n(z)$ des polynomes dont le degré est limité par une fonction de λ_n et des différences $\lambda_{n+1} - \lambda_n$. Dès que $\lambda_{n+1} : \lambda_n$ croît indéfiniment on peut employer le théorème général de M. Ostrowski [1] et supposer que les $c_n(z)$ sont des fractions rationnelles convenables.

Les séries de la forme (2) s'introduisent aussi dans la recherche de solutions, par la méthode indiquée plus haut, de l'équation de Poincaré

$$a(z)\varphi(\sigma z) = \varphi(z), \qquad a(0) \neq 0, \qquad a(0) \neq \sigma^n;$$

si $a(z)$ est un polynome on obtient, dans chaque demi-plan limité par une droite D passant par l'origine, une solution méromorphe ou holomorphe admettant D pour coupure.

---

(1) *Ueber vollständige Gebiete gleichmässiger Konvergenz von Folgen analytischer Funktionen* (*Abhandlungen aus dem math. Seminär der Hamburgischen Univ.*, **1**, 1921, p. 327-350).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une classe de transcendantes entières.* Note de M. **Harald Bohr**, présentée par M. Hadamard.

J'ai déjà développé, dans deux Mémoires [1], la théorie d'une certaine classe de fonctions d'une variable réelle

$$F(t) = U(t) + iV(t),$$

les fonctions *presque périodiques*.

A toute fonction presque périodique $F(t)$, appartient une *série de Fourier*

$$F(t) \sim \sum_{n=1}^{\infty} A_n e^{i\Lambda_n t},$$

qui, de son côté, détermine la fonction $F(t)$ d'une manière univoque, et qui converge en moyenne vers $F(t)$.

De plus on a le théorème sur *l'approximation uniforme :*

Toute fonction presque périodique $F(t) \sim \Sigma A_n e^{i\Lambda_n t}$ peut être approchée uniformément, pour toute valeur de t, par des sommes finies de la forme

$$P(t) = \sum_{n=1}^{N} b_n e^{i\Lambda_n t}.$$

Le but de cette Note est de démontrer le théorème suivant :

Théorème. — *Toute fonction presque périodique* $F(t) \sim \Sigma A_n e^{i\Lambda_n t}$, dont les *exposants* Λ_n *sont* bornés $|\Lambda_n| < K$, *est une transcendante entière*, c'est-à-dire qu'il existe une fonction entière $f(s) = f(\sigma + it)$ telle que $f(it) = F(t)$.

Je commencerai par démontrer un théorème auxiliaire.

Soit

$$p(s) = \sum^{N} b_n e^{\lambda_n s}$$

une somme finie, dont les exposants (réels) Λ_n satisfont à l'inégalité

$$|\lambda_n| < K,$$

---

[1] *Zur Theorie der fastperiodischen Funktionen* (*Acta mathematica*, I, 45, 1924, p. 29-127, et II, 46, 1925, p. 101-214).

et soit $L(\sigma)$ la borne supérieure de $|p(s)|$ sur la droite verticale $R(s)=\sigma$. Alors on a pour tout σ l'inégalité

$$L(\sigma) \leqq e^{K|\sigma|} . L(0). \tag{1}$$

En effet, d'après le théorème des « trois droites » de M. Dœtsch [1], qui forme l'extension naturelle du célèbre théorème des « trois cercles » de M. Hadamard, la fonction $\log L(\sigma)$ est une fonction *convexe* de σ dans l'intervalle $-\infty<\sigma<\infty$. De plus, en raison de l'inégalité $|\Lambda_n|<K$, on a, pour tout σ dont la valeur absolue $|\sigma|$ est suffisamment grande, l'inégalité

$$L(\sigma)<e^{K|\sigma|},$$

c'est-à-dire

$$\log L(\sigma)<K|\sigma|. \tag{2}$$

Cependant, une fonction convexe $\log L(\sigma)$, qui satisfait à (2) pour $|\sigma|>\sigma_0$, doit évidemment satisfaire dans tout l'intervalle $-\infty<\sigma<\infty$ à l'inégalité

$$\log L(\sigma) \leqq \log L(0)+K|\sigma|,$$

c'est-à-dire à l'inégalité (1).

Maintenant, nous pouvons démontrer notre théorème en peu de lignes. D'abord, nous déterminons à l'aide du théorème sur l'approximation uniforme une suite de sommes finies de la forme

$$P_m(t)=\sum_{n=1}^{N(m)} b_n^{(m)} e^{i\Lambda_n t} \qquad (m=1, 2, \ldots),$$

qui converge vers la fonction donnée $F(t)$, uniformément pour $-\infty<t<\infty$. D'après cela nous formons, en remplaçant it par $s=\sigma+it$, les fonctions analytiques

$$p_m(s)=\sum_{n=1}^{N(m)} b_n^{(m)} e^{\Lambda_n s} \qquad (m=1, 2, \ldots).$$

Le théorème se trouvera démontré quand nous aurons prouvé que cette suite de fonctions entières couverge dans tout le plan, et uniformément dans toute bande $-\alpha<\sigma<\alpha$; car dans ce cas, la fonction limite $f(s)=\lim p_m(s)$ sera une fonction entière satisfaisant à la condition $f(it)=F(t)$. Pour démontrer la convergence uniforme de la suite $p_1(s)$, $p_2(s)$, ... dans la

[1] *Ueber die obere Grenze des absoluten Beitrages einer analytischen Funktion auf Geraden* (*Math. Zeitschr.*, 8, 1920, p. 237-240).

bande $-\alpha < \sigma < \alpha$, nous considérons la différence $p_{m_1}(s) - p_{m_2}(s)$, qui est elle-même une somme finie aux exposants plus petits que K en valeur absolue. Du théorème auxiliaire résulte l'inégalité

$$\underset{-\alpha<\sigma<\alpha,\ -\infty<t<\infty}{\text{Borne supérieure}} |p_{m_1}(s) - p_{m_2}(s)| \leqq e^{K\alpha} \underset{-\infty<t<\infty}{\text{Borne supérieure}} |P_{m_1}(t) - P_{m_2}(t)|.$$

Mais cette inégalité nous montre immédiatement que la convergence uniforme de la suite $P_m(t)$ entraîne la convergence uniforme de la suite $p_m(s)$ dans toute la bande $-\alpha < \sigma < \alpha$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les suites de fonctions absolument continues.* Note de M. **A. Kovanko**, présentée par M. Émile Borel.

J'ai démontré [1] une condition nécessaire et suffisante sur la convergence des suites de fonctions additives et absolument continues vers une fonction absolument continue. Nous démontrerons dans la Note présente une proposition plus générale, en examinant des suites de fonctions absolument continues non additives.

Soit

$$(1) \qquad f_1(x),\ f_2(x),\ f_3(x),\ \ldots \qquad (a \leqq + \leqq b)$$

une suite de fonctions absolument continues, qui converge vers la fonction

$$(2) \qquad f(x) \ldots \qquad (\text{sur } a,\ b).$$

Soit $R_n(x)$ le reste de la suite (1); donc

$$(3) \qquad R_n = f - f_n \ldots.$$

Nous nous proposons de trouver la condition nécessaire et suffisante pour que la fonction limite $f(x)$ soit aussi absolument continue.

Notons par $\omega_\Delta(\varphi)$ la variation ordinaire de la fonction $\varphi(x)$ sur l'intervalle Δ $[\omega_\Delta \varphi = \varphi(\beta) - \varphi(\alpha)]$ (α et β, les extrémités de Δ).

Notre condition est la suivante.

Soit $\varepsilon > 0$ aussi petit que nous voulons.

Soit $\Delta_1 \Delta_2 \Delta_3 \ldots \Delta_k$ une suite finie d'intervalles non empiétant sur (a, b).

Alors il est possible de trouver un nombre N tel que, pour tout $n \geqq N$

---

[1] *Proceedings of the mathematical Laboratory of the Tauric (Cremen) University* (3 volumes, 1921).

l'inégalité suivante soit remplie :

(4) $$\left|\sum \omega_{\tilde{\Delta}_i}(\mathrm{R}_n)\right| < \varepsilon,$$

où $\tilde{\Delta}_1, \tilde{\Delta}_2, \tilde{\Delta}_3, \ldots$ est une suite d'intervalles non empiétant (en nombre fini ou dénombrable), qui contiennent en soi les intervalles $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \ldots, \Delta_k$ et qui satisfont à l'inégalité suivante :

$$\sum_{(i)} \tilde{\Delta}_i - \sum_{j=1}^{j=k} \Delta_i < \sigma_n \qquad (\sigma_n \text{ dépend de } n).$$

1. La condition est suffisante.

Soit $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \ldots$ les intervalles déduits des intervalles $\tilde{\Delta}_i$ $(i = 1, 2, 3, \ldots)$ en extrayant les intervalles Δ_i.

Il est aisé de voir que $\sum \omega_{\tilde{\Delta}_i}(\varphi) = \sum \omega_{\Delta_i}(\varphi) + \sum \omega_{\delta_i}(\varphi)$. Comme $f_n(x)$ est une fonction absolument continue, alors, à tout nombre $\varepsilon > 0$, il est possible de trouver un nombre $h_n > 0$ tel que

(5) $$\left|\sum_{(i)} \omega_{\delta_i}(f_n)\right| < \varepsilon \qquad \text{pour} \qquad \sum \delta_i < h_n.$$

Comme la suite numérique

$$\left\{\sum_{i=1}^{i=k} \omega_{\Delta_i}(\mathrm{R}_n)\right\} \qquad (n = 1, 2, 3, \ldots)$$

converge vers zéro, nous avons

(6) $$\left|\sum_{i=1}^{i=k} \omega_{\Delta_i}(\mathrm{R}_n)\right| < \varepsilon \qquad \text{pour} \qquad n > \mathrm{N}'.$$

En additionnant les inégalités (4), (5) et (6), nous avons

$$\left|\sum_{(i)} \omega_{\delta_i}(f)\right| = \left|\sum_{(i)} \omega_{\delta_i}(f_n) + \sum_{(i)} \omega_{\tilde{\Delta}_i}(\mathrm{R}_n) + \sum_{i=1}^{i=k} \omega_{\Delta_i}(\mathrm{R}_n)\right|$$
$$\leqq \left|\sum_{(i)} \omega_{\delta_i}(f_n)\right| + \left|\sum_{(i)} \omega_{\tilde{\Delta}_i}(\mathrm{R}_n)\right| + \left|\sum_{i=1}^{i=k} \omega_{\Delta_i}(\mathrm{R}_n)\right| < 3\varepsilon$$

ou

$$\left|\sum_{(i)} \omega_{\delta_i}(f)\right| < 3\varepsilon \qquad \text{pour} \qquad \sum \delta_i < h,$$

où

$$h = \min[h_n, \sigma_n].$$

Donc $f(x)$ est absolument continu.

2. La condition est nécessaire.

Soit donc $f(x)$ une fonction absolument continue. Donc $R_n(x)$ est absolument continue.

Nous avons l'inégalité suivante

$$(8) \qquad \left| \sum_{(i)} \omega_{\delta_i}(R_n) \right| < \frac{\varepsilon}{2}, \qquad \ldots$$

pour $\Sigma \delta_i < \sigma_n$ (σ_n suffisamment petit). Comme la suite numérique

$$\left\{ \sum_{i=1}^{i=\infty} \omega_{\Delta_i}(R_n) \right\} \qquad (n = 1, 2, 3, \ldots)$$

converge vers zéro, nous avons

$$(9) \qquad \left| \sum_{i=1}^{i=k} \omega_{\Delta_i}(R_n) \right| < \frac{\varepsilon}{2}, \qquad \ldots$$

pour $n > N$. En additionnant (8) et (9) nous avons

$$(10) \qquad \left| \sum_{(i)} \omega_{\overline{\Delta}}(R_n) \right| < \varepsilon,$$

pour $n > N$ et pour $\Sigma \delta_i < \sigma_n$.

Nous avons bien notre condition.

Notre proposition est démontrée.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une définition relativiste de la simultanéité.* Note (¹) de M. **Lémeray**, présentée par M. L. Lecornu.

M. A. Metz (²) a cherché à donner une définition de la simultanéité dans un système solide, aussi dépourvue d'arbitraire que possible. Il considère le réglage d'une horloge placée en un point B comme obtenu par déplacement (infiniment lent) jusqu'au voisinage d'une horloge placée en un

(¹) Séance du 16 novembre 1925.

(²) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1824.

point A et considérée comme horloge étalon (ou par déplacement d'un chronomètre intermédiaire, ce qui revient au même). Il s'agit, bien entendu, de la simultanéité en deux points d'un même système.

On peut faire le réglage de deux façons (au moins) : d'abord, celle des signaux lumineux (méthode sans déplacement des horloges). Or on peut employer cette méthode d'une façon bien simple; une horloge est en fait un poste d'émission de signaux lumineux, si son cadran est lumineux ou comme d'ordinaire, éclairé par une source quelconque. Il suffit de se placer à distances égales de deux horloges (ces distances sont mesurées au moyen de règles déplacées lentement) par exemple au milieu de la droite qui les joint. Rien n'empêche d'admettre que l'opérateur puisse regarder dans deux directions opposées; il compare les indications des deux horloges et s'il voit que B retarde de 10 secondes sur A, il reviendra en B et donnera le coup de pouce constituant le réglage. *La simultanéité en deux points* d'un même système est ainsi définie par la simultanéité en un seul point : celui où se trouvait l'opérateur lors de la comparaison.

La seconde méthode, déplacement lent, *doit* donner le même résultat que la précédente. Par une méthode, dont la démonstration de M. Metz n'est qu'une variante, j'ai établi, il y a longtemps, ce résultat [1]. On peut donner de la transformation de Lorentz, une démonstration en bloc, comme l'a fait M. Laue [2], ou en trois étapes ainsi que je l'ai fait; et ce procédé est, sinon nécessaire, du moins très utile, pour qu'on puisse saisir pas à pas le sens physique des variables qui entrent en jeu. Je rappelle les différents points :

1° Ralentissement des mouvements dans un système O_2 au regard d'un autre système O_1 quand il y a déplacement relatif. Il y a une parfaite réciprocité. La démonstration fait intervenir *un seul* élément, la période d'émission, qui se trouve par là déterminé.

Corollaire. Heure locale.

2° Contraction longitudinale. Introduction d'un second élément, lon-

---

(1) *Le principe de relativité et les forces électromagnétiques* (*Comptes rendus du Congrès de radiologie et d'électricité*, tenu à Bruxelles en 1910; Severeyns, 1911, 1, p. 246-263); *Sur la pression de radiation* (*Journal de Physique*, 5e série, 1, juillet 1911, p. 559); *Le principe de la relativité et la mécanique* (*Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 23, 15 mars 1912, p. 174); *Le principe de Relativité*, p. 26-40 (Gauthier-Villars, 1916).

(2) M. Laue, *Das Relativitätsprinzip*, p. 38 (Braunschweig, 1911).

gueur des divisions d'une règle parallèle au déplacement, qui se trouve par là déterminé.

3° *Invariance des dimensions transversales.* — Introduction d'un troisième élément, longueur des divisions d'une règle normale au déplacement, qui se trouve par là déterminé.

La différeuce entre la démonstration de M. Metz et la mienne consiste en ce qu'il considère le temps propre du chronomètre en mouvement et la « rapidité » qu'il prend égale à

$$\frac{v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}.$$

Cela est donc supposé démontré antérieurement. Si l'on s'occupe d'établir la transformation de Lorentz, il faut la démontrer tout entière pour qu'on puisse saisir la suite logique des raisonnements. Dans notre démonstration, la valeur du temps propre se tire immédiatement du corollaire ci-dessus mentionné.

MÉCANIQUE PHYSIQUE ET CHRONOMÉTRIE. — *De l'extension des lubrifiants sur les surfaces métalliques et solides.* Note de M. **Paul Woog**, présentée par M. Marcel Brillouin.

Nous avons précédemment étudié la manière dont se comportaient diverses huiles mises au contact d'une nappe d'eau pure (¹). Nous examinerons ici ce qui se passe lorsqu'on remplace l'eau par une surface métallique.

Sur une surface liquide telle que le mercure, les phénomènes sont les mêmes que sur l'eau. En déposant sur une couche de mercure saupoudré de lycopode, des gouttes d'huile minérale saturée et d'huile active (olive), on voit que la première ne s'étend pas, tandis que la seconde envahit rapidement la surface métallique; l'excès de matière grasse se rassemble ensuite en gouttelettes.

Quand on opère sur une surface solide, les mouvements des molécules marginales des gouttes ne sont plus si aisés, et lorsqu'il se forme sur les bords des gouttes une zone de molécules orientées, cette sorte de barrière, ancrée sur le solide, modifie complètement l'apparence du phénomène. Les

(¹) Paul Woog, *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 162.

centres actifs agissent surtout ici par l'attraction mutuelle qu'ils éprouvent et qui n'est plus contrebalancée par l'attraction des surfaces, celle-ci étant neutralisée par la bordure de molécules orientées. On constate donc une cohésion apparente plus grande des huiles actives. Les phénomènes, dus cependant aux mêmes causes, revêtent donc des aspects tout à fait contraires de ceux produits sur une nappe d'eau.

Ainsi nous avons déposé sur des plaques parfaitement décapées d'acier, de laiton et d'agate, calées horizontalement dans une étuve à 35°, des gouttes d'huile de vaseline, de Machinery n° 1 et d'olive dont la viscosité est voisine. La première de ces huiles est exclusivement formée de molécules saturées; Machinery n° 1 est un mélange de molécules saturées et non saturées; dans l'huile d'olive, on sait que toutes les molécules possèdent un ou deux centres d'activité. Dans ces conditions, on constate — quel que soit le support — un envahissement rapide de toute la surface par l'huile de vaseline; Machinery n° 1 subit une extension plus lente; quant aux gouttes d'huile d'olive, elles restent agglomérées en calottes et ne présentent aucune tendance à s'étendre.

Au point de vue de l'énergie des mouvements, la nature du support joue un rôle manifeste : les phénomènes sont le plus intense sur l'acier; puis viennent le laiton et l'agate, celle-ci ayant la plus faible action.

Si l'on additionne une huile inactive de petites quantités de molécules actives (soit 1 pour 100 d'acide oléique, d'alcool cétylique ou de cholestérine), on constate — surtout sur l'acier — que les gouttes s'étalent, dès leur dépôt, en un disque assez large; puis elles se contractent en calottes et restent alors stables sur le lit d'extension. Les molécules d'éthal donnent le plus de netteté au phénomène. Dans ce cas, l'attraction réciproque des groupes actifs détermine la contraction des masses liquides, dès que le champ attractif émané des solides a été neutralisé par suite du recouvrement des solides par les huiles.

Ces expériences montrent pourquoi les huiles minérales pures ne conviennent pas, en général, pour lubrifier les mouvements d'horlogerie — fait maintes fois constaté — tandis que les huiles grasses donnent de bons résultats. Les premières, en effet, tendent à envahir indéfiniment les surfaces; les secondes, au contraire, « tiennent » sur les pivots. Nous avons pensé que les huiles minérales pures pourraient cependant être employées avec avantage, en raison de leur inaltérabilité et de leur résistance aux basses températures, pour lubrifier les mécanismes délicats, à la condition de neutraliser, par un traitement préalable, le champ superficiel des pièces

solides, qui détermine, par son attraction, l'étalement des huiles. Le revêtement des surfaces par une couche mince d'éthal ou d'acide stéarique, par exemple, dont les molécules s'orientent énergiquement, est très efficace. Les pièces que l'on veut soumettre à ce traitement sont trempées dans une solution toluénique à 1 pour 100 de ces corps, séchées, passées à l'étuve à 100°, enfin éventuellement frottées avec un linge fin qui a d'abord été imprégné de la solution toluénique, ensuite évaporée. Sur des surfaces ainsi traitées, les huiles minérales pures restent indéfiniment en place, sans aucune tendance à l'extension. M. Paul Ditisheim a bien voulu appliquer cette méthode à un certain nombre de chronomètres : ces pièces ont subi avec succès entre + 48° et − 21°,5 les épreuves d'observatoire.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Actions spéciales du Soleil sur la radioactivité du plomb et de l'uranium.* Note de Mlle **St. Maracineanu**, présentée par M. H. Deslandres.

J'ai pensé que le rayonnement solaire pouvait avoir une action sur la désintégration radioactive à l'occasion de mes premières recherches faites à l'Institut du Radium sur les variations de la constante du polonium ([1]).

J'ai continué ces recherches en Roumanie et récemment je les ai reprises à l'Observatoire de Meudon pour bien reconnaître l'action spéciale du Soleil. L'étude a porté sur du polonium, du plomb et de l'uranium et j'ai employé les trois méthodes d'investigation qui sont en usage dans l'étude de la radioactivité.

Le corps a été exposé au Soleil soit directement soit par l'intermédiaire d'une lentille à court foyer qui concentrait le rayonnement en un point.

Après l'exposition, le plomb d'abord inactif s'est révélé radioactif et d'autre part la radioactivité de l'uranium a été modifiée; elle n'est plus constante et offre des variations curieuses, qui semblent périodiques.

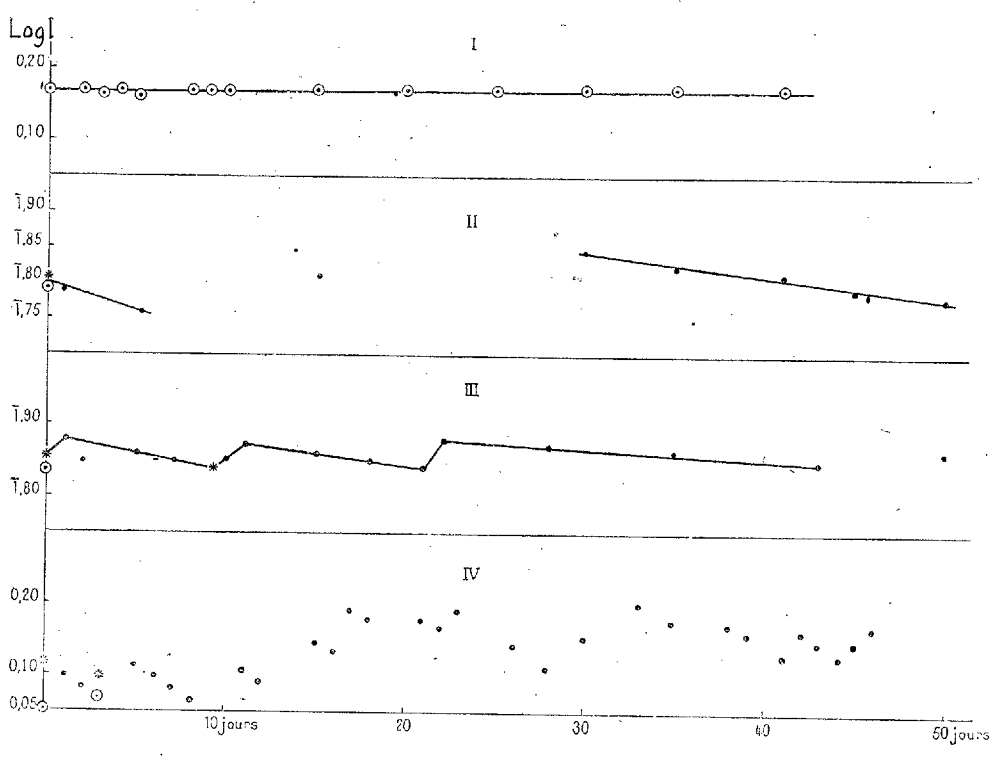
D'ailleurs l'effet est variable suivant les jours et même parfois nul. M. A. Nodon qui, dans des recherches indépendantes poursuivies par d'autres méthodes, a étudié des questions similaires, a constaté aussi le même fait ([2]). De plus l'effet se produit surtout lorsque la substance exposée est portée sur un isolant; et lorsque le Soleil rentre dans un nuage, l'effet

([1]) Voir ma *Thèse de Doctorat*, Paris 1924, p. 51.

([2]) A. Nodon, *Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 1061; **175**, 1922, p. 1086; **176**, 1923, p. 1705.

est très accentué à son entrée et à sa sortie. Cet effet solaire est d'ailleurs durable; l'excitation une fois provoquée, se maintient longtemps après, même pendant des mois.

Plomb. — Parmi les métaux le plomb est un des plus excitables. Une feuille de plomb ou de linotype (Pb, Sb) impressionne une plaque photographique dans l'obscurité, même quelques heures ou quelques jours après l'insolation. La même feuille donne à l'écran au sulfure de Zn de fortes scintillations, analogues à celles données par les particules α. On peut obtenir ces scintillations plusieurs mois après l'exposition solaire; elles sont d'ailleurs peu nombreuses, mais nettes.



⊙ représente (en logarithmes) l'intensité du rayonnement avant l'insolation.
★ représente l'intensité immédiatement après l'insolation.
● représente l'intensité mesurée pendant les jours qui suivent l'insolation.

Le même plomb accuse un léger courant d'ionisation, mesurable à l'électroscope. Son intensité est en accord avec le nombre restreint des scintillations et non pas avec la forte impression photographique que donne quelquefois le plomb.

Uranium. — Depuis longtemps Mme Curie avait observé une légère variation irrégulière (2 à 3 pour 100) de l'activité de l'uranium, considérée d'abord comme absolument constante.

Lorsque la substance, qui est de l'oxyde d'uranium en poudre, a été exposée au Soleil, la variation devient plus forte et peut s'élever jusqu'à 50 pour 100 durant les fluctuations et sans aucune autre cause extérieure apparente.

Les courbes ci-dessus indiquent ces fluctuations. La courbe n° I représente l'activité de l'oxyde d'urane pris comme étalon et non exposé au Soleil. Variations 3,5 pour 100.

La courbe n° II représente les variations d'un même oxyde d'urane déposé sur du verre et après exposition solaire. La variation est de 22 pour 100 dans les 60 jours de la courbe. Il faut ajouter que le 120e jour elle a atteint 100 pour 100.

La courbe n° III représente les variations de l'activité de l'oxyde d'urane déposé sur du plomb et après l'insolation : variation 12 pour 100. Enfin la courbe IV représente les variations de l'activité de l'oxyde d'urane déposé sur du verre et qui, au moment de la concentration du rayonnement solaire sur lui, recevait en même temps le bombardement des rayons α du polonium de faible intensité. Les variations sont plus fréquentes et ont atteint 50 pour 100.

Ces premiers résultats, obtenus avec le rayonnement solaire, ont paru dignes d'être présentés. De longues recherches seront encore nécessaires pour éclaircir tous les points de la question.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *Sur la détection.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. G. Ferrié.

Les contacts rectifiants utilisés en téléphonie sans fil ont fait l'objet de très nombreuses études. En 1921, Mlle P. Collet a publié un important Mémoire sur la galène (1). Elle attribue les propriétés rectifiantes de ce composé à la pellicule de soufre qui doit se trouver à sa surface. Un récent travail de J. Cayrel (2) confirme les idées de Mlle Collet. L'auteur montre en effet qu'avec les gros cristaux de galène, la détection ne présente une valeur notable, dans le sens galène-pointe, que si l'on approche celle-ci

(1) P. Collet, *Annales de Physique*, 15, 1921, p. 356.

(2) J. Cayrel, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1728.

d'une face (III), c'est-à-dire d'une face parallèle aux plans contenant des atomes d'une seule espèce.

Les conclusions de ces recherches m'ont engagé à essayer les dépôts de soufre sur le plomb chimiquement pur. Evidemment l'épaisseur de la couche de soufre devait être extrêmement grande en comparaison de celle qui peut se trouver sur la surface d'une galène clivée suivant une face (III).

Sur la surface brillante d'un morceau de plomb récemment coupé, j'ai laissé tomber le brouillard jaune de soufre qu'on obtient aisément en inclinant un tube à essais dans lequel on fait bouillir une faible masse du métalloïde dont il s'agit. En substituant à la galène le corps ainsi préparé, on entend tout aussi bien avec un amplificateur à deux lampes qu'avec une bonne galène ordinaire.

Le support de plomb n'est pas nécessaire. On entend très distinctement les émissions musicales de la Tour Eiffel et de Londres en substituant à ce métal d'autres métaux purs comme le nickel, le fer, le bismuth, le cuivre, l'étain, le zinc, l'argent, l'or et même le mercure. On pourrait objecter que certains des métaux dont il s'agit sont susceptibles de se combiner même à froid au soufre, et mettre sur le compte des sulfures formés les propriétés détectrices observées, mais avec l'or qui est absolument inattaquable même à chaud on ne peut pas faire cette objection.

Du reste on peut remplacer le soufre par le charbon et utiliser tous les métaux énumérés plus haut, on a encore une détection nette; dans ces conditions on ne peut plus invoquer la production d'une combinaison. En substituant au carbone la substance pulvérulente que l'on trouve dans le commerce sous le nom de bore amorphe on a des résultats aussi satisfaisants.

J'ai essayé tous les métalloïdes susceptibles d'être préparés à l'état de poudre fine : le sélénium, le phosphore rouge, l'arsenic, l'antimoine et même l'iode, dans tous les cas, la détection a été bonne.

Les résultats de toutes ces expériences sont d'accord avec les idées de Mlle Collet qui fait jouer le plus grand rôle dans la détection au soufre libre des galènes sensibles, persulfurées naturellement ou artificiellement.

Conclusion. — Pour réaliser un détecteur il suffit de déposer sur la surface d'un conducteur la poudre très fine d'un diélectrique et d'approcher normalement une fine pointe conductrice.

Remarque. — Dans tous les cas que j'ai étudiés le courant redressé a toujours eu le sens conducteur-pointe.

On a toujours trouvé presque de suite un point sensible.

Quand la détection est réalisée, la pointe ne touche certainement pas le métal.

MAGNÉTISME. — *Étude thermique du paramagnétisme des sels de cobalt en solution.* Note de M. **Chatillon**, présentée par M. A. Cotton.

La mesure du coefficient d'aimantation des solutions aqueuses de sels de cobalt avait toujours été faite à une seule température, et par application de la loi de Curie on calculait le moment atomique. On a rencontré deux états de ces sels : l'un, caractérisé par un moment moyen variable avec la concentration (1), l'autre, par un moment atomique constant égal à 24,5 magnétons (2) (Trümpler, Mlle Brant). C'est à ce dernier état que se rapporte ce qui suit. A la température ordinaire, j'ai retrouvé les résultats de Trümpler et de Mlle Brant dans un grand nombre de mesures sur les trois sels (chlorure, sulfate et azotate), que les solutions aient été préparées à chaud ou à la température ambiante.

Pour compléter la connaissance de ces sels, j'ai étudié la variation thermique du coefficient d'aimantation des mêmes solutions. L'intervalle des températures a été de 10° à 140° C. J'ai trouvé un résultat inattendu :

En portant en fonction de la température absolue les inverses du coefficient d'aimantation du sel corrigé du diamagnétisme de la molécule, j'ai bien obtenu des droites, mais qui ne passaient pas par le zéro absolu. Il y avait un point de Curie négatif, le même pour toutes les solutions, au voisinage de − 12°. Pour le calcul du moment, il faut appliquer la loi de Curie modifiée ou loi de Weiss concernant les paramagnétiques au-dessus du point de Curie. Le moment calculé est alors un nombre entier de magnétons.

Le tableau suivant précise ces résultats :

Nature du sel.	Pour 100 en sel anhydre.	Point de Curie.	Nombre de magnétons.
Cl^2Co	14,83	−12°,1	25,04
	7,86	−11,6	25,07
SO^4Co	9,753	−12	25,02
	4,074	−11,2	25,04
$(NO^3)^2Co$	9,41	−12,4	25,02

(1) Cabrera, Moles et Marquina, *Anales Soc. Españ. d. Fis. y Quim.*, 14, 1916, p. 357. — Trümplers, *Thèse*, Zurich, 1917.

(2) Mlle Brant, *The Physical Review*, 2e série, 17, 1921, p. 768.

L'écart avec le nombre entier 25 est inférieur aux erreurs d'expérience.

Ainsi le cobalt rentre dans la règle générale, l'anomalie du demi-magnéton disparaît, le nombre 24,5 venant d'une interprétation incorrecte des mesures.

Un autre résultat, déjà trouvé par Dupérier (¹) dans l'étude des solutions de sulfate et nitrate de manganèse, est l'existence d'un champ moléculaire caractérisé par un point de Curie négatif, sensiblement indépendant de la nature du sel et de la dilution, ne pouvant par conséquent s'expliquer par les actions mutuelles d'atomes magnétiques.

Dans le même temps Mlle Serres (²) ayant obtenu, par calcination du sulfate à $7H^2O$, le sulfate anhydre présentant un autre moment entier 26 magnétons, j'ai étudié ce sel en solution aqueuse, les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Pour 100 en sel anhydre.	Point de Curie.	Nombre de magnétons.
7,16	—33°	26,03
3,54	—33°	26

Les nombres trouvés pour la deuxième solution sont moins précis car la portion de droite utilisable s'arrête vers 70° C., le sel subissant une modification chimique indiquée par un dépôt bleu sur l'ampoule.

Le moment élémentaire est resté 26 magnétons et il y a encore un point de Curie paraissant sensiblement indépendant de la concentration.

Je me suis demandé si, par cristallisation, ce sel à 26 magnétons ne pourrait être ramené à son état primitif.

Par concentration des solutions précédentes, puis refroidissement, j'ai obtenu des cristaux qui ont été redissous. Deux solutions ont été étudiées; les mesures ont donné les résultats suivants :

Pour 100 en sel anhydre.	Point de Curie.	Nombre de magnétons
13,27	—10°	25,01
6,857	—10°	24,97

L'écart des points de Curie trouvés avec ceux des premières solutions ne dépasse pas les erreurs d'expérience.

La cristallisation a donc ramené le sel à son état initial. Ainsi il est pos-

(¹) *Anales Fis. y Quim.*, **22**, 1924, p. 383.
(²) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 714.

sible de passer à volonté, en ce qui concerne le sulfate, du cobalt à 25 magnétons au cobalt à 26 magnétons (M[lle] Serres).

Ce nouveau moment se conserve en solution, mais on peut revenir au moment initial de 25 magnétons par cristallisation de la solution aqueuse.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Propriétés élastiques des alliages : Variation en fonction de la composition chimique.* Note de MM. **P. Chevenard** et **A. Portevin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

A l'état d'équilibre, les alliages métalliques binaires sont constitués, soit par des agrégats de deux phases de concentration fixe, soit par une phase de concentration variable ou solution solide.

Dans une série d'alliages, les propriétés physiques, examinées en fonction de la composition chimique, éprouvent des variations dont l'allure générale est habituellement différente dans l'un ou dans l'autre de ces deux domaines. C'est ce qu'on observe notamment pour la dureté, le pouvoir thermo-électrique, la résistivité et son coefficient de température.... A notre connaissance, ces relations d'ensemble n'ont pas été étudiées pour les propriétés élastiques : module et décrément. Cette Note résume les conclusions de nos recherches dans cette voie.

1° *Agrégats.* — Dans le cas d'agrégats formés d'éléments de structure de forme géométrique simple, on peut prévoir que la variation du module en fonction de la composition est à peu près linéaire et qu'elle n'est pas sensiblement affectée par le mode de répartition des éléments de structure (¹).

Un exemple typique est fourni par la série des aciers au carbone (*fig.* 1) : à 15°, la courbe du module μ et celle du coefficient thermo-élastique $\frac{1}{\mu}\frac{\partial\mu}{\partial\theta}$ sont des lignes pratiquement droites. De plus la transformation magnétique de la cémentite à 210° détermine une anomalie thermo-élastique de l'acier ; et, comme l'a montré l'un de nous (²), l'amplitude de cette anomalie est sensiblement proportionnelle à la teneur en carbone.

Par contre, le décrément à l'état recuit δ, assez notable pour le fer pur, s'abaisse très rapidement par l'effet des premières additions de carbone. La trempe accroît le décrément, le maximum de cet effet paraissant correspondre à l'acier eutectoïde.

(¹) A. Portevin, *Rev. Mét.*, 20, 1923, 50.
(²) P. Chevenard, *Comptes rendus*, 166, 1918, p. 73.

2° *Solutions solides.* — La figure 2 représente, pour la température de 15°, la variation du module, du décrément et du coefficient thermo-élastique des alliages argent-or; ces alliages forment une seule série de solutions solides exemptes d'anomalies thermiques (les courbes 1 se rapportent

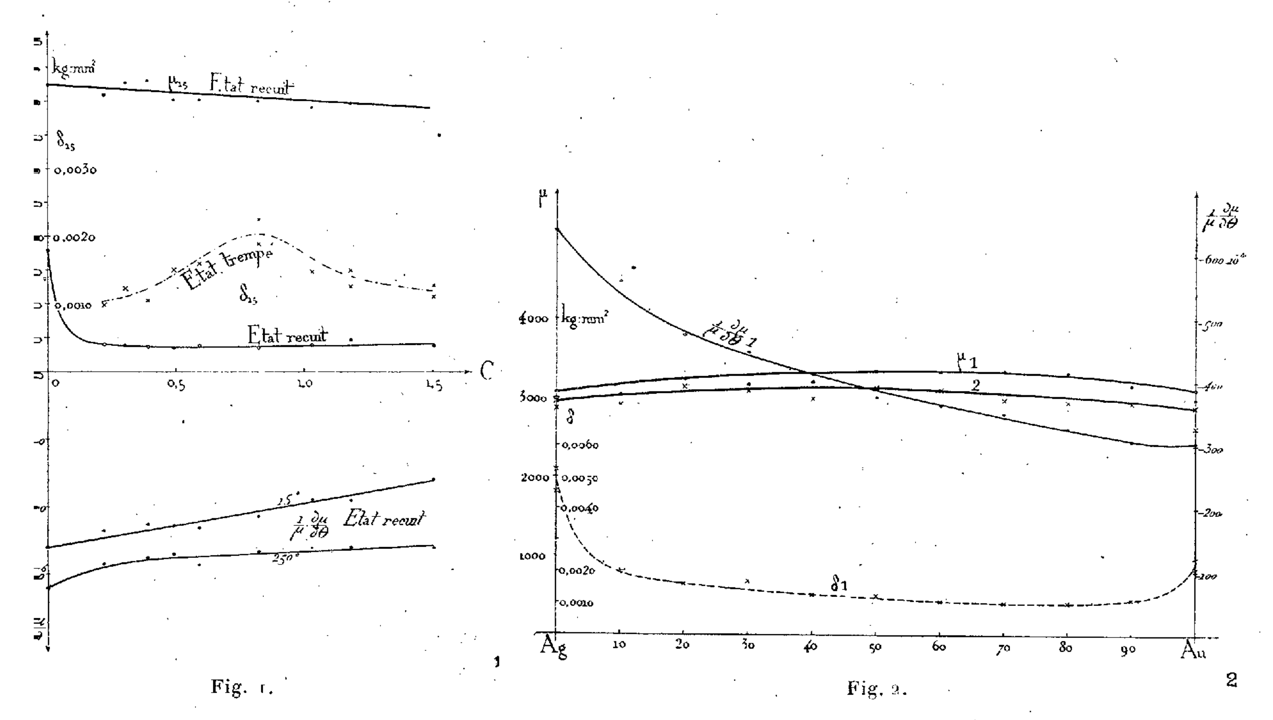


Fig. 1. Fig. 2.

aux alliages recuits à 300°, la courbe 2 aux alliages recuits à 600°). Le diagramme du module est presque linéaire, mais il n'en est pas de même pour le coefficient thermo-élastique. Le décrément des alliages est nettement inférieur à celui des métaux purs, et l'allure des courbes montre l'efficacité de petites quantités d'additions pour diminuer le décrément. Ces additions ont également pour effet de relever la température de rapide croissance du décrément.

Nous avons retrouvé des diagrammes identiques dans l'étude des solutions solides cuivre-zinc, cuivre-aluminium et cuivre-nickel (¹). A la sensibilité de nos expériences, la transformation magnétique des cupronickels ne s'accompagne pas d'une anomalie thermo-élastique perceptible.

Par contre, l'allure des courbes relatives aux ferronickels tenant plus de

(¹) Kurnakow et Rapke avaient indiqué d'autre part la variation linéaire du module de Young pour la série des alliages cuivre-nickel; nos déterminations indiquent qu'il en est de même pour le module de Coulomb.

26 pour 100 Ni est fortement perturbée par l'influence de l'anomalie réversible, car les différents alliages, observés à température ambiante, ne sont pas au même stade de leur transformation magnétique. Mais cette allure se simplifie aux très basses températures où la transformation est presque achevée pour tous les alliages : le diagramme du module est formé de deux tronçons à courbure relativement faible dont le point de concours est à l'aplomb du composé Fe^2Ni.

D'après ces résultats, et si l'on tient compte de l'ordre de grandeur des variations observées, on peut conclure :

1° Le module des alliages varie presque linéairement en fonction de la composition chimique et il n'est affecté que secondairement par la constitution et la structure. Il apparaît comme étant principalement une propriété moléculaire : on ne peut donc espérer relever la valeur du module des métaux par alliage ou traitement, dans la proportion où l'on sait augmenter la limite élastique, la ténacité et la dureté.

2° Les variations du décrément s'éloignent très sensiblement de la loi linéaire, surtout dans les solutions solides voisines des métaux purs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la transparence de la résine synthétique (bakelite) aux différentes radiations.* Note de M. **Jacques Risler**, présentée par M. Daniel Berthelot.

I. Nous avons déjà signalé que la résine synthétique (bakelite) obtenue par la condensation du phénol sous l'action de l'aldéhyde formique était particulièrement transparente aux rayons jaunes, rouges, infrarouges dans des proportions et des limites que nous avons indiquées.

La bakelite que nous avons utilisée dans nos essais, comprimée à une pression de 150^{kg} par centimètre carré, se présente sous la forme d'écran de 2^{mm} d'épaisseur. Nous avons étudié l'absorptiou de cet écran, en ce qui concerne les rayons ultraviolets et les rayons rouges.

Si l'on réduit l'épaisseur de l'écran à $0^{mm},5$, le produit pur et soigneusement conservé à l'abri du soleil et des rayons actiniques, est transparent pour l'ultraviolet initial et l'ultraviolet moyen avec une valeur de transparence égale à :

Longueurs d'onde des radiations incidentes.	Taux de transparence.
$\lambda = 3126$	30 pour 100
$\lambda = 2800$	3 »
$\lambda = 2750$	opaque

L'écran perd cette qualité de transparence pour l'ultraviolet après une exposition prolongée à la lumière du jour, et très rapidement (30 minutes) sous une source riche en ultraviolet (brûleur de quartz de Hanau de 3500 bougies).

Dans ces deux cas, l'écran vire au jaune rose.

Cette modification physico-chimique, consécutive à la polymérisation de l'aldéhyde formique sous l'effet photo-électrique des ultraviolets, ne s'exerce que sur une épaisseur maxima de $0^{mm},7$ correspondant au champ d'action en profondeur des ultraviolets. En effet, si, sur un écran d'une certaine épaisseur (1^{cm}) ayant viré au jaune après exposition à une source actinique, on élimine la couche superficielle de $0^{mm},7$, et qu'on polisse à nouveau la surface, on constate qu'en profondeur l'écran a conservé son aspect et les propriétés de transparence pour l'ultraviolet.

II. Non comprimée, et sous une même épaisseur (2^{mm}) la bakelite au tricrésol, additionnée d'une solution de safranine à 1 pour 1000, se présente sous la forme d'une matière plastique rouge monochromatique et parfaitement stable.

Nous donnons ici comparativement à l'écran étalon Wratten rouge β, les valeurs de transparence au rouge de l'écran ainsi réalisé.

λ de la radiation incidente.	Taux de transparence pour 100.	
	Écran Wratten rouge β.	Bakelite colorée à la safranine.
6100	1,27	1,50
6200	7,1	8
6300	9,8	10
6400	10	10,50
6500	9,2	10,50
6600	8	10
6700	7,1	11,40
6800	6,6	12
6900	6,7	14,2
7000	8	15

On remarque dans ce tableau la progression rapide du coefficient de transparence pour l'extrême limite du rouge expliquant les transmissions dans l'infrarouge, déjà signalées par Kimpflin (¹) et nous-mêmes, pour la bakétite pure.

(¹) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1709.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la silice sur les sulfates de baryum et de magnésium.* Note de Mlle **Germaine Marchal**, présentée par M. H. Le Chatelier.

J'ai montré précédemment [1] que la silice agissait sur le sulfate de chaux pour en chasser l'anhydride sulfurique à une température notablement inférieure à celle de décomposition par la chaleur seule; cette réaction permet ainsi la récupération de l'acide sulfurique du gypse et l'obtention de silicate de chaux qui peut servir de matière première pour l'industrie du ciment.

J'ai entrepris l'étude de l'action de la silice sur les sulfates de baryum et de magnésium; elle donne également lieu à des équilibres réversibles, c'est-à-dire arrêt de la pression pour une valeur déterminée dépendant de la température, et recombinaison par refroidissement des gaz dégagés. J'ai mesuré la pression d'équilibre qui s'établit, et déterminé la température correspondante par un couple de M. Le Chatelier.

Chacun des deux sulfates était mélangé intimement à du cristal de roche porphyrisé, dans les proportions correspondant aux deux réactions :

$$SO^4Ba + SiO^2 = SiO^2.BaO + SO^2 + \tfrac{1}{2}O^2$$
$$SO^4Mg + SiO^2 = SiO^2.MgO + SO^2 + \tfrac{1}{2}O^2$$

On a soin de pulvériser les corps très finement et de bien les mélanger pour que le contact très intime entre les corps solides facilite les réactions.

Sulfate de baryum. — Le sulfate de baryum chauffé seul, commence à se dissocier à 1510° [2]. Avec la silice, le dégagement gazeux commence vers 1025° C., et les diverses valeurs des pressions totales d'équilibre obtenues sont les suivantes :

---

(1) Germaine Marchal, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1300; *Thèse*, Paris, 1925, p. 98.

(2) O. Doeltz et H. Mostowitsch, *Zeitschrift für anorganische Chemie*, 54, 1907, p. 146; *Metallurgie*, 6, 1909, p. 450.

Températures (en degrés C.).	Pressions totales (en centimètres).
1100	2,3
1150	3,4
1190	4,8 et 5,1 (*)
1225	7,2
1240	8,2
1250	9,4
1270	12,0

(*) Par abaissement de température.

On voit donc que la décomposition par la silice a lieu à une température à laquelle le sulfate de baryum seul n'est pas décomposé : l'abaissement de la température de décomposition est lié à la quantité de chaleur dégagée par la formation du silicate de baryte, soit $14^{cal},7$, à partir de la silice et de la baryte ([1]).

Sulfate de magnésium. — J'ai montré que le sulfate de magnésium, chauffé dans le vide, commençait à se décomposer vers 880° C. ([2]), et j'ai déterminé les pressions totales d'équilibre correspondant à cette décomposition, depuis $2^{cm},4$ pour une température de 950° C., jusqu'à $212^{cm},6$ pour une température de 1190°, la pression normale de 76^{cm} correspondant à la température de 1150° ([3]). L'addition de silice abaisse le commencement de la décomposition à 680°. Les valeurs des pressions d'équilibre sont les suivantes :

Températures (en degrés C.).	Pressions totales (en centimètres).	Températures (en degrés C.).	Pressions totales (en centimètres).
700	0,6	960	32,7
750	1,8	965	37,2 par refroidissement
800	4,4	970	43,3
850	7,2	988	51,5
880	12	990	54,8
890	12,6	1000	61,5
902	15,7	1010	67
910	18,7-19	1020	115,5
930	22,6-22,5	1030	120
940	23,4		

La pression de 76^{cm} correspond dans ce cas à une température de 1012° C., soit 1285° A.

([1]) TSCHERNOBAEFF, *Revue de Métallurgie*, 2, 1905, p. 729 et *Electrochemical Metallurgical Industry*, 4, 1906, p. 72.

([2]) GERMAINE MARCHAL, *Thèse*, Paris, 1925, p. 47.

([3]) *Ibid.*, p. 54.

La chaleur de réaction, en valeur absolue, correspondant à la décomposition du sulfate de magnésium en gaz sulfureux et oxygène, est de $87^{cal},2$ et la température de dissociation normale 1150°C. ou 1423°A. Si donc x est la chaleur de réaction, en valeur absolue, correspondant à la décomposition par la silice, toujours en anhydride sulfureux et oxygène, puisqu'à ces températures la proportion d'anhydride sulfurique est très faible, on a approximativement :

$$\frac{87,2}{1423} = \frac{x}{1285}$$

d'où $x = 78^{cal},7$, ce qui correspond à une chaleur de formation du silicate de magnésium à partir de la silice et de la magnésie de l'ordre de $8^{cal},5$.

MÉTALLURGIE. — *Étude comparée de la corrosion des fontes dans l'acide sulfurique à divers degrés de concentration.* Note de M. G. **Delbart**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'étude de la corrosion, dans l'acide sulfurique à divers degrés de concentration, des aciers étirés à froid ([1]), nous a amenés naturellement à la comparaison de ces aciers avec les fontes qui peuvent être concurremment utilisées dans l'industrie chimique. Vingt-sept fontes diverses ont été immergées dans les acides sulfuriques à 1,6, 80, 85 et 92,6 pour 100 de SO^3 total. Pour la concision de cette Note, nous extrayons les échantillons suivants qui ont été analysés et micrographiés.

N° d'ordro.	Cc.	Cgr.	CT.	Si.	S.	P.	Mn.
1.	0,075	3,70	3,775	2,43	0,068	1,413	0,50
2.	0,065	2,975	3,040	4,15	0,012	1,700	0,64
3.	0,55	3,90	4,45	2,19	0,017	0,070	3,00
4.	0,46	3,40	3,86	1,71	0,151	0,100	0,76
5.	0,50	3,50	4,00	1,61	0,062	0,094	0,64
6.	0,50	3,10	3,60	1,52	0,043	0,074	0,60
7.	1,70	0,30	2,00	0,30	0,126	0,050	0,22
8 en surface	0,55	1,30	1,85	0,685	0,204	0,084	0,25
8 en profondeur	0,80	1,50	2,34				
9.	2,50	0,30	2,80	0,570	0,023	0,400	0,25
10.	2,60	0,10	2,70	0,044	0,013	0,120	3,97

Observations. — 1. Fonte phosphoreuse. — 2. Fonte phosphoreuse et siliceuse.

([1]) *Comptes rendus*, 80, 1925, p. 1942.

— 3. Fonte manganèsée. — 4. Fonte ordinaire sulfureuse. — 5. Fonte ordinaire pure. — 6. Fonte ordinaire pure. — 7. Fonte aciérée. — 8. Fonte malléable. — 9. Fonte blanche. — 10. Fonte blanche manganésée.

Voici exprimés en grammes, par mètre carré, pour 24 heures les résultats obtenus :

Acide à 1,6 *pour* 100 SO^3 *total* (durée : 72 heures; température moyenne : 20°).

Fonte n^{os}...	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Pertes de poids.	1485	1767	1480	650	590	951	446	189	125	446

D'une manière générale, les fontes riches en phosphore, silicium et manganèse ont été plus corrodées que les fontes pures. Les fontes blanches aciérées et malléables ont donné les chiffres les plus faibles.

Nous avons ensuite, avec les cinq aciers cités dans notre Note précédente (¹), immergé les fontes les moins corrodables normalisées en vue de détruire les tensions internes. Voici les résultats obtenus :

Acide à 1,6 *pour* 100 *de* SO^3 *total* (durée : 72 heures; température moyenne : 22°).

Aciers n^{os}.	1.	2.	3.	4.	5.
Pertes de poids............	109	164	137	219	143

Fontes n^{os}...	4.	5.	7.	8.	9.	10.
Pertes de poids......	742	689	252	218	162	332

La différence de corrosion entre les aciers et les fontes grises les moins corrodables est très grande. Seules deux fontes, l'une blanche n° 9, l'autre n° 8 donnent des pertes de poids voisines de celles des aciers demi-durs. Quant à l'acier doux, il distance nettement les autres métaux à son avantage.

On procéda ensuite à la corrosion des fontes dans l'acide à 80 pour 100 de SO^3 total.

Acide à 80 *pour* 100 *de* SO^3 *total* (durée : 240 heures; température moyenne : 21°).

Fontes n^{os}...	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Pertes de poids...	4,66	5,04	4,91	3,52	4,21	4,25	3,52	3,27	4,21	4,85

Ici encore les fontes impures sont les plus corrodables. La différence de corrosion entre les aciers et les fontes est tellement grande, qu'un essai exécuté dans des conditions absolument identiques ne s'impose pas ici.

Enfin nous avons procédé à l'attaque par les oléums.

(¹) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 394.

Acide à 85 *pour* 100 *de* SO^3 *total* (durée : 240 heures; température moyenne : 2

Fontes n^{os}.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Pertes....	24,3	4,01	0,284	2,03	0,083	0,742	0,606	8,42	0,638	0,771

Les résultats sont ici très divers; les fontes impures, sauf la fonte grise manganésée, sont dans le lot des fontes les plus corrodables et les fontes pures, dans le lot des fontes les moins corrodables. Quinze fontes des 26 essayées, donnent des chiffres de corrosion inférieurs au chiffre le plus bas trouvé pour les aciers.

Acide à 92,6 *pour* 100 *de* SO^3 *total* (durée : 240 heures; température moyenne : 23°).

Fontes n^{os}.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Pertes.	0,650	0,739	0,560	0,336	0,450	0,477	0,537	0,352	0,514	0,257

Ici encore les fontes blanches, les fontes malléables et les fontes grises pures donnent les résultats les plus faibles, qui sont comparables à ceux obtenus pour les aciers.

Nous croyons pouvoir conclure que toutes les fontes de moulage sont très corrodables et qu'il y a lieu de leur préférer l'acier dans la plupart des cas. Seules quelques fontes spéciales donnent des résultats constamment voisins de ceux obtenus pour les aciers, mais malheureusement elles sont en général fragiles et impropres aux moulages.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés benzidiniques de la thiourée.* Note de M. **Léon Pinto**.

La présente Note a pour objet la préparation de la diamine libre

$$C{=}S\begin{cases}N(H)-C_6H_4-C_6H_4-NH^2\\ N(H)-C_6H_4-C_6H_4-NH^2\end{cases}$$

base d'une nouvelle série de colorants.

Cette préparation comprend les phases suivantes :

Benzidine monoacétylée $H^2N-C_6H_4-C_6H_4-N\begin{matrix}COCH^3\\ H\end{matrix}$. —

MM. H. Schmith et G. Schultz ont obtenu ce dérivé comme produit secondaire de la préparation de la benzidine acétylée (¹).

On condense une partie de benzidine recristallisée dans l'alcool ou dans l'eau avec 10 parties d'acide acétique glacial (100 pour 100) à 130° C. Au bout de 3 heures la condensation est achevée. Par refroidissement, le dérivé diacétylé se sépare en cristaux bruns brillants. On essore les cristaux en diluant les filtrats obtenus avec de l'eau et neutralisant avec précaution, par une solution de Na^2CO^3, on précipite le dérivé monoacétylé en flocons volumineux amorphes. Après refroidissement, on filtre et l'on sèche à 60° C. Le dérivé monoacétylé est soluble dans l'alcool étendu. Le rendement est extrêmement faible car la majeure partie de la benzidine est transformée en dérivé diacétylé. A partir de 50^g de benzidine, on obtient 4^g-$4^g,5$ de dérivé monoacétylé.

Diacétyldibenzidinethiourée. — Ce corps prend naissance en faisant agir la monoacétylbenzidine sur du CS^2 en milieu alcoolique, d'après la réaction

$$2\,(CH^3CO)(H)N-C_6H_4-C_6H_4-NH_2 + CS_2$$

$$= H^2S + C{=}S\big[-NH-C_6H_4-C_6H_4-N(COCH^3)(H)\big]_2$$

On traite 2 molécules de monoacétylbenzidine, en solution dans l'alcool, par un excès considérable de CS^2 à la température du bain-marie. La condensation dure 20 heures, la fin de la réaction est marquée par la disparition de H^2S. Après refroidissement, le nouveau dérivé précipite en majeure partie; on l'essore. En évaporant les filtrats au bain-marie, on recueille une nouvelle petite portion du corps préparé. Le point de fusion de ce nouveau dérivé est au-dessus de 360° C.

Dibenzidinethiourée. — Par saponification du corps préparé plus haut

---

(¹) *Liebig's Annalen der Chemie*, 207, 1881, p. 332.

on obtient la base libre

$$C{=}S\left\langle\begin{array}{l} \overset{H}{N}-C_6H_4-C_6H_4-N\left\langle\begin{array}{l}CO\,CH^3\\ H\end{array}\right. \\ \underset{H}{N}-C_6H_4-C_6H_4-N\left\langle\begin{array}{l}CO\,CH^3\\ H\end{array}\right.\end{array}\right. + \begin{array}{l}OH.H\\ OH.H\end{array}$$

$$= 2\,CH^3COOH + C{=}S\left\langle\begin{array}{l} \overset{H}{N}-C_6H_4-C_6H_4-NH^2 \\ \underset{H}{N}-C_6H_4-C_6H_4-NH^2\end{array}\right.$$

On opère la saponification du dérivé diacétylé de la benzidinethiourée par HCl étendu au $\frac{1}{10}$. Après un long chauffage à reflux à 125-130°, la base libre se sépare en feuillets blancs, brillants, qui contiennent de l'eau de cristallisation.

A 70°, ces cristaux perdent leur eau de cristallisation.

Par diazotation de cette diamine et par copulation du dérivé diazoté avec différents phénols et amines aromatiques, on obtient une nouvelle série de colorants, très importants pour la teinture parce qu'ils appartiennent à la série des colorants directs pour coton.

Ainsi, en copulant le sel de diazonium de la dichlorodibenzidinethiourée avec l'acide aminonaphtoldisulfonique H, on obtient un colorant bleu foncé pour coton; avec de la sulfophénylméthylpyrazollone un autre, jaune pâle; avec du *b*-naphtol, un colorant rouge; etc.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les diméthylisoindigotines et sur un nouveau dédoublement des disulfisatydes.* Note de MM. **A. Wahl** et **Th. Faivret**, présentée par M. Ch. Moureu.

A l'isoindigotine, isomère de l'indigo, peut se rattacher une série de dérivés substitués dans les noyaux benzéniques, parallèle à celles que fournissent l'indigotine et l'induribine, et dont l'expression la plus générale est

représentée par la formule

$$(X)\ C^6H^4\langle\begin{matrix} C = C \\ CO\quad CO \\ NH\quad NH \end{matrix}\rangle C^6H^3\ (Y)$$

Les éléments ou groupements X et Y, ainsi que les positions relatives qu'ils occupent pouvant être identiques ou différents.

Seuls, les composés portant la substitution dans un seul noyau sont connus; ils ont été obtenus en condensant l'oxindol avec les isatines substituées ([1]). Nous avons pensé à préparer les isoindigotines doublement substituées en appliquant la réaction précédente aux dérivés de l'oxindol. Mais ceux-ci sont peu connus et les rares représentants décrits ont été préparés par des méthodes compliquées non susceptibles d'une généralisation commode. Nous avions espéré qu'on pourrait préparer les termes les plus simples, c'est-à-dire les méthyloxindols, en soumettant les méthylisatines à la réduction progressive qui permet de passer aisément de l'isatine au dioxindol et à l'oxindol. Si nous avons, effectivement, pu transformer assez facilement les méthyl-5 et méthyl-7-isatines en méthyl-5-dioxindol et méthyl-7-dioxindol, nous n'avons pas réussi, par contre, à obtenir, au départ de ces composés, les méthyloxindols dans un état de pureté suffisant.

Espérant avoir plus de succès dans la réduction catalytique, nous avons soumis l'isatine et les méthylisatines à l'action de l'hydrogène en présence de platine divisé suivant Willstaetter ([2]). Or nous avons constaté que, dans ces conditions, il y a fixation de H^2 pour 2 molécules d'isatine avec formation, respectivement, d'*isatyde* et de *diméthyl-5.5'-isatyde;* la méthyl-7-isatine ne fixe pas d'hydrogène d'une manière appréciable.

Il restait un moyen, pour préparer les isoindigotines disubstituées dans les deux noyaux, c'était de tenter la généralisation de la réaction qui avait fourni à Laurent l'indine dont l'identité avec l'isoindigotine est démontrée ([3]). Les diméthyl-5.5'-et diméthyl-7.7'-disulfisatydes nécessaires n'étaient pas connues; nous les avons préparées en traitant par H^2S les solutions alcooliques bouillantes des méthylisatines, mais, pas plus que la disulfisatyde, ses homologues n'ont pu être obtenus cristallisés. Nous

---

([1]) A. Wahl et Bagard, *Bull. Soc. Chimie*, 4e série, **9**, p. 335; *Comptes rendus*, **161**, 1913, p. 898 et 1382. — A. Wahl et Th. Faivret, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 589.

([2]) Willstaetter, *Berichte, D. C. G.*, **41**, 1908, p. 1475.

([3]) A. Wahl et Hansen, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1070; **178**, 1924, p. 214.

avons déjà fait connaître que l'action des alcalis sur la diméthyl-7.7'-disulfisatyde donne une diméthyl-7.7'-isoindigotine impure ([1]); le résultat est plus favorable avec la diméthyl-5.5'-disulfisatyde.

Mais nous avons trouvé, depuis, que si l'on remplace l'alcali par la pyridine, on obtient d'emblée les isoindigotines pures et cristallisées. Il suffit de chauffer les corps réagissants vers 100° pour voir la solution jaune prendre une coloration rouge intense, en même temps qu'il se dépose des cristaux blancs brillants mélangés à d'autres, brun rouge. Les premiers sont constitués par du soufre qu'un épuisement par CS^2 élimine aisément en laissant le colorant à l'état pur.

La *diméthyl-5.5'-isoindigotine* recristallisée dans la quinoléine forme de fines aiguilles brunes; son *leucodérivé* cristallise en aiguilles blanches (F. vers 330°) la *diméthyl-7.7'-isoindigotine* est en cristaux microscopiques bruns, et son *leucodérivé* blanc ne cristallise pas.

Wahl et Hansen ([2]) ont montré que le dédoublement de la disulfisatyde par les alcalis fournit de l'hydrogène sulfuré, de l'isatine et de l'isoindigotine suivant :

$$2(C^{16}H^{12}O^4N^2S^2) + 2H^2O = C^{16}H^{10}O^2N^2 + 2(C^8H^5O^2N) + 4H^2S.$$

Or, dans le cas de la pyridine il ne se forme que les traces de H^2S; le soufre y est à l'état libre. Il était intéressant de rechercher si l'hydrogène qui ne lui est pas combiné ne s'est pas fixé par ailleurs. En effet, en examinant les eaux mères pyridiques nous avons pu isoler, dans tous les cas, un corps cristallisé blanc jaunâtre que l'analyse et les propriétés on relevé comme étant respectivement *l'oxindol*, le *méthyl-5-oxindol* (F. 168°) et le *méthyl-7-oxindol* (F. 203-204°). Nous les avons, de plus, caractérisés par leurs dérivés benzylidéniques, le *benzylidène-oxindol* en aiguilles jaunes (F. 175°) ([3]) le *benzylidène méthyl-5-oxindol* (F. 182°) et le *benzylidène méthyl-7-oxindol* (F. 224°).

Le dédoublement des disulfisatydes par la pyridine peut donc être représenté par

$$2(C^{16}H^{12}O^4N^2S^2) = C^{16}H^{10}O^2N^2 + 2(C^8H^7ON) + 4S.$$

Enfin, il est remarquable qu'après avoir vainement cherché à préparer les méthyl oxindols par réduction des méthylisatines, nous les avons obtenus là où nous ne pensions pas les trouver.

([1]) A. Wahl et Faivret, *loc. cit.*

([2]) A. Wahl et Hansen, *loc. cit.*

([3]) Identifié avec celui de Wahl et Bagard (F. 175°).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la question de l'éther cyclohexylique.* Note [1] de MM. **V.-N. Ipatief** et **J. Orlof**, présentée par M. Ch. Moureu.

En raison de quelques discordances sur la question de l'éther cyclohexylique [2], les auteurs ont résolu de vérifier les données que l'on possède et d'étudier de plus près les produits d'hydrogénation de l'éther phénylique. Dans l'hydrogénation du phénol sous pression, avec l'appareil de V.-N. Ipatief, en présence d'oxyde de nickel, on obtient toujours, en même temps que le cyclohexanol, une petite quantité de cyclohexane, de cyclohexène et d'un produit à point d'ébullition élevé, incontestablement identique à celui qui se forme, bien qu'en petites quantités, dans l'hydrogénation de l'éther phénylique. Cette substance a été considérée par V.-N. Ipatief comme étant l'éther cyclohexylique. Les auteurs ont repris cette étude. Dans ce but, le produit bouillant à 272°-275° a été soumis à un chauffage prolongé (36 heures) à 290° dans l'appareil pour hautes pressions, en présence d'alumine, d'oxyde de cuivre et d'hydrogène. L'étude du produit obtenu comme résultat de cette opération a montré qu'il se forme un mélange de petites quantités de cyclohexyl-cyclohexène et de dicyclohexyle. Leur séparation a été effectuée en chauffant avec l'acide sulfurique et ensuite avec le mélange nitrant. Le dicyclohexyle séparé présentait les propriétés suivantes ($D_4^{20} = 0,8835$) :

Analyse.

		Pour $C^{12}H^{22}$.
C	86,42	86,66
H	13,28	13,24

La température d'ébullition sous 757^{mm} est 237°-238°,5.

La substance forme un liquide incolore, un peu épais, presque inodore.

Cette transformation témoigne en faveur de cette opinion que le produit primitif ne peut être l'éther cyclohexylique (ce qu'indique sa haute température d'ébullition), mais est le cyclohexylhexanol, qui s'est déshydraté d'abord sous l'influence de l'alumine, et l'on a obtenu ainsi un carbure non

(1) Séance du 9 novembre 1925.

(2) Ipatief et Filippof, *Berichte der dtsch. ch. Ges.*, 41, 1908, p. 1001. — Willstatter et Hatt, *Ibid.*, 45, 1912, p. 1464. — Schrauth et Wege, *Ibid.*, 57, 1924, p. 858.

saturé qui a subi une hydrogénation ultérieure sous l'action du catalyseur mixte.

Cette circonstance que, par hydrogénation du phénol ou de l'éther phénylique, il se forme du cyclohexylhexanol s'explique si l'on admet l'hypothèse exprimée par V.-N. Ipatief en 1905, selon laquelle la forme énolique du phénol se transforme dans l'hydrogénation en la forme cétonique et éprouve, comme telle, une transformation plus complète :

$$\begin{matrix} C^6H^5OH \\ C^6H^5-O-C^6H^5 \end{matrix} \overset{+H}{\rightarrow} C^6H^{11}-C^6H^{10}OH$$

De plus, il paraissait intéressant de résoudre la question de l'hydrogénation sous pression d'un composé comme l'oxyde de diphénylène, où, en même temps que la liaison directe de deux noyaux benzéniques, il existe encore celle de l'oxygène qui les maintient en position rappelant celle des éthers-oxydes.

Ici nous jugeons indispensable de faire observer que nous n'avons réussi à préparer l'oxyde de diphénylène ni par le procédé de Sabatier (1), ni par celui de Ferrario (2) et nous avons utilisé les anciennes méthodes de Graebe (3). Le produit obtenu de la sorte a besoin pour l'hydrogénation d'être soigneusement purifié, ce qui se fait le plus commodément en faisant passer les vapeurs d'oxyde de diphénylène sur du cuivre chauffé. L'hydrogénation a été faite à 290° sous la pression de 140^{atm}, en présence d'oxyde de nickel et de cyclohexane comme dissolvant, sans lequel la réaction, qui en général marche lentement (36-40 heures), ne pourrait s'achever qu'au bout de plusieurs jours. Les produits de la réaction se sont trouvés les mêmes que dans le Mémoire précédent.

Le dicyclohexyle bouillait à 236°-237°,5 ($D_4^{20} = 0,8919$) :

	Analyse.	Pour $C^{12}H^{22}$.
C....................	86,78	86,66
H....................	13,04	13,24

Outre le dicyclohexyle et une petite quantité de cyclohexylcyclohexène, on a séparé une très faible quantité de cyclohexylhexanol, d'où il est manifeste qu'au début il se produit la rupture d'une des liaisons de l'oxy-

(1) *Comptes rendus*, **151**, 1910, p. 492.
(2) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **9**, 1911, p. 536.
(3) *Liebig's Annalen*, **174**, 1874, p. 190.

gène avec le phényle, puis il se sépare de l'eau, et l'hydrocarbure non saturé qui se forme est soumis à une hydrogénation ultérieure.

Les dicyclohexyles obtenus dans ces deux expériences ne sont pas complètement identiques et se distinguent quelque peu par la température d'ébullition, par l'odeur et par la densité, ce qui trouvera peut-être son explication dans une isomérie originale stéréochimique, comme l'indiquent Schrauth et Görig (¹), ainsi que Mohr (²).

MINÉRALOGIE. — *Sur la chlorite des marundites du Transvaal.* Note de M. J. **Orcel**.

Dans son Mémoire sur les marundites et les roches à corindon qui leur sont associées dans le district de Leydsdorp (Transvaal oriental), A.-L. Hall (³) fait ressortir la remarquable analogie de gisement entre ces roches et les roches à corindon de la côte Est des États-Unis, particulièrement en ce qui concerne leur constante association à des roches basiques (pyroxénites, serpentines, etc.). Me basant sur cette analogie, j'ai pensé que des chlorites analogues à celles de la Caroline du Nord devaient se rencontrer soit en bordure de la marundite, soit comme élément de la roche elle-même, bien que ce minéral n'ait pas attiré l'attention de l'auteur. L'examen des échantillons que ce savant avait envoyés au Muséum peu de temps après avoir décrit le gisement confirme cette hypothèse.

L'un de ceux-ci est un fragment de marundite à grain moyen dans lequel la chlorite est associée à la margarite. Dans un autre échantillon, une veine de marundite de 3 à 4^{cm} est bordée sur un côté d'une épaisse couche de chlorite lamelleuse (⁴). Ces deux échantillons proviennent de Rainbow Camp, près de Mays Kraal, au sud-est de Leydsdorp. J'ai effectué l'analyse de la chlorite sur le second échantillon. Ce minéral y est très pur et exempt de corindon. Les lamelles d'un vert cendré sont optiquement positives, à axes peu écartés. Le tableau ci-après établit la comparaison entre

---

(¹) *Beritche der dtsch. ch. Ges.*, 56, 1923, p. 1900.

(²) *Journal für praktische Chemie*, 97, 1918, p. 315.

(³) A.-L. Hall, *On the marundites and allied corundum-bearing rocks in the Leydsdorp District of the Eastern Transvaal* (*Transact. of the Geologic. Society of South Africa*, 25, 1922, p. 43-67).

(⁴) C'est probablement à ce minéral qu'il faut rapporter le « schiste basique vert foncé » dont il est question dans le Mémoire de A.-L. Hall, à la page 47.

l'analyse de la chlorite de la marundite et celle des chlorites analogues d'autres gisements de corindon.

	1.	2.	3.	4.
SiO^2	27,48	28,00	27,01	29,48
TiO^2	0,12	»	»	»
Al^2O^3	24,00	24,13	24,99	22.22
Fe^2O^3	0,57	0,67	1,45	0,70
FeO	9,42	4,13	8,50	5,30
MgO	26,57	30,64	26,20	30,99
MnO	0,12	0,02	0,07	0,17
CaO	0,15	»	»	»
H^2O à 110°	0,12	0,15	0,10	»
H^2O+	12,04	12,73	12,17	11,63
	100,59	100,48	100,79	100,50
$SiO^2:R^2O^3$	1,92	1,93	1,78	2,21
$RO:R^2O$	5,07	13,36	5,55	10,46

1. Chlorite de la marundite, Leydsdorp, An. J. Orcel.

2. Chlorite de Carter Mine, Madison C^y, Caroline du Nord (cristaux), An. J. Orcel.

3. Chlorite d'Antohidrano, Madagascar, An. J. Orcel (*C. R. Congrès des Sociétes savantes*, *Sections des Sciences*, 1924, p. 172).

4. Chlorite de Culsagee Mine, près Franklin Macon C^y, Corundum Hill, An. F.-A. Genth (*Proc. of the Am. philos. Soc. Philadelphie*, 13, 1873, p. 361).

Toutes ces chlorites appartiennent au groupe des *grochauites* [1] ou prochlorites magnésiennes un peu ferreuses. Elles correspondent aux formules :

1 et 2	$4SiO^2, 2Al^2O^3, 7MgO, 6H^2O$
3	$5SiO^2, 3Al^2O^3, 9(Mg,Fe)O, 8H^2O$
4	$2SiO^2, Al^2O^3, 4MgO, 3H^2O$

Il y a analogie complète de formule entre les grochauites de Madison C^y et de Leysdorp; toutefois le rapport MgO : FeO est plus faible dans cette dernière; on peut alors l'envisager comme une grochauite ferreuse intermédiaire entre les véritables grochauites (Mg : FeO voisin de 10) et les ripidolites ou prochlorites ferromagnésiennes (MgO : FeO <3). La chlorite d'Antohidrano appartiendrait au même groupe. Elle possède une formule

(1) Cf. J. Orcel, *Les prochlorites des roches à corindon* (*Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1231-1234).

un peu différente, mais l'état de pureté de la substance ne permet pas de la définir avec une exactitude suffisante pour en faire un type spécial.

Dans la théorie de M. W.-J. Vernadsky sur les alumosilicates, la première formule s'interprète facilement comme un mélange équimoléculaire de sels acides des deux acides alumosiliciques complexes d'où dériveraient les prochlorites :

$$Al^2Si^2O(OH)^{12} + Al^2Si^2(OH)^{14}.$$

GÉOLOGIE. — *Sur la genèse des grands amas pyriteux de la région de Huelva.* Note de M. **A. Demay**, présentée par M. Pierre Termier.

La plupart des géologues qui ont étudié les gisements de Huelva ont attribué leur formation à une substitution progressive de la pyrite par voie hydrothermale; mais, dès 1889, L. de Launay et après lui les partisans de cette théorie, en particulier J. W. Gregory et Finlayson, envisageaient une relation plus ou moins lointaine entre cette substitution et les venues porphyriques de la région. En 1899, J. H. L. Vogt soutenait l'hypothèse de la différenciation à partir d'un magma fondu.

Enfin, plus récemment, L. de Launay admit l'origine ignée sous une forme fumerollienne « sans qu'il y ait eu nécessairement liaison intime entre la pyrite et les roches éruptives voisines ». Les derniers travaux importants, ceux de H. Collins, concluent encore dans le sens du processus hydrothermal.

L'étude micrographique des porphyres pyriteux de trois grands gisements, Rio-Tinto, Perrunal, la Zarza, qui a mis en évidence deux formes nouvelles du quartz des porphyres [1], me permet d'apporter à la discussion des faits nouveaux.

La pyrite des porphyres pyriteux se présente sous deux aspects principaux, en petits grains associés aux éléments de la pâte, ou en groupements d'éléments idiomorphes. Ceux-ci ont cristallisé avant le quartz grenu dont les grains bordent souvent des faces pyriteuses parfaitement planes, et sont évidemment antérieurs au quartz lamelleux, variété du quartz grenu, qui est orienté sur leurs faces. *La venue pyriteuse a donc précédé les actions secondaires immédiates, et même les cristallisations initiales imparfaites de la pâte, elle est directement liée à la venue porphyrique.*

---

[1] A. Demay, *Sur deux formes nouvelles du quartz dans les porphyres pétrosiliceux* (*Comptes rendus,* 181, 1925, p. 676).

Bien plus, on observe parfois la pyrite cubique corrodée et pénétrée par le magma. Dans certains cas, on pourrait supposer que cet aspect très particulier est dû à un développement incomplet des cristaux. Mais, dans d'autres cas, les coins échancrés, les pénétrations du magma, étranglées d'abord, puis élargies, le raccordement de faces planes de part et d'autre d'une échancrure permettent d'affirmer avec certitude le phénomène de corrosion. Certaines plaques montrent, à la fois, la pyrite corrodée et des quartz bipyramidés qui sont eux-mêmes profondément pénétrés par la pâte. L'aspect du magma dans les golfes est exactement le même, matière pétrosiliceuse ou quartz grenu, pour la pyrite et pour le quartz. *La pyrite est donc au même titre que le quartz bipyramidé un élément primordial du porphyre pyriteux.*

Les gros éléments pyriteux sont parfois directement inclus dans la pâte brune isotrope. Cette pâte homogène, associée à des sphérolithes, traduit le passage de la roche par l'état pâteux. *Les grands cristaux de pyrite noyés dans cette pâte et parfois corrodés ont flotté jadis dans un magma à demi liquide.*

Un deuxième aspect de la pyrite consiste en petits grains qui sont de dimensions comparables au grain de la pâte pétrosiliceuse ou aux éléments du quartz grenu. Il y a donc eu, pour la pyrite comme pour le quartz, deux temps de cristallisation.

La pyrite du premier temps, la plus abondante, a pris naissance à une température qui maintenait l'état pâteux du magma et permettait la cristallisation du quartz bipyramidé. Or la synthèse de Hautefeuille, en présence de tungstate alcalin fondu, celle de Morozewicz, en présence d'acide tungstique, enfin les observations de A. Lacroix à la Montagne Pelée montrent que le quartz bipyramidé prend naissance dans un mélange silicaté pâteux *entre* 800° *et* 900°. *C'est entre ces chiffres que peut être fixée avec une forte probabilité la température de formation du quartz bipyramidé et par suite celle de la pyrite dans les porphyres pyriteux.*

Le problème de la genèse des grands amas pyriteux apparaît ainsi sous un jour nouveau. La substitution de la pyrite par voie hydrothermale dans les schistes ou les porphyres consolidés ne peut plus être envisagée. Elle intervient seulement dans les schistes en bordure d'un grand amas ou pour les petits gisements à épontes schisteuses. Dans le cas général, l'hypothèse mixte d'une origine ignée lointaine sans relation intime avec la roche éruptive se trouve elle-même exclue. En effet, il y a passage continu entre l'amas et le porphyre pyriteux. Comme la pyrite du porphyre a cristallisé dans un

magma pâteux, on doit admettre que l'*amas s'est constitué avant la consolidation de la roche, à une température de* 800 *à* 900° *qui correspondait dans les conditions du lieu et du moment à l'état pâteux d'une roche éruptive acide. Dans ce sens précis, les amas pyriteux sont des gisements d'origine ignee.*

Mais aucun des faits observés ne prouve qu'il y ait eu différenciation magmatique à partir du porphyre comme l'imaginait Vogt en 1899. Bien au contraire, la faible teneur en pyrite des porphyres pyriteux à petite distance de la masse, et la faible solubilité des sulfures dans les bains silicatés acides rendent peu vraisemblable un apport direct du sulfure par le porphyre. Cet apport résulte donc d'une montée fumerollienne à travers le magma à demi liquide.

Les faits confirment d'ailleurs de très près cette interprétation : l'enclave porphyrique de la Zarza avec ses nombreux sphérolites et sa pâte amorphe dans laquelle la matière pyriteuse s'éparpille et se fond, prouve, au cœur même du gisement, la substitution sulfurée dans le porphyre pâteux.

SISMOLOGIE. — *Les séismes de la région de Kaboul* (*Afghanistan*). Note de M. **Raymond Furon.**

L'Afghanistan est depuis longtemps considéré comme une région séismique. Les tremblements de terre y sont en effet assez fréquents et, bien qu'ils n'atteignent pas en intensité ceux de l'Inde et du Japon, ils sont suffisamment destructeurs pour que les indigènes les aient remarqués. Ceux-ci leur ont même cherché et trouvé une explication, pensant que ces vibrations du sol (*zelzèlè*) qui crevassent et font crouler leurs maisons sont dues au galop du cheval du Prophète.

La région de Kaboul se trouve dans la zone instable désignée par Montessus de Ballore sous le nom de *Cercle alpino-caucasien-himalayen* et sur l'emplacement du grand géosynclinal secondaire figuré par M. Haug dans son célèbre Mémoire (1).

Montessus de Ballore (2) fait mention du tremblement de terre désastreux qui dévasta le Badakhchan en février 1832. En 1874, un grand séisme fit sentir ses effets jusqu'à Kandahar.

(1) E. Haug, *Les géosynclinaux et les aires continentales* (*Bul. S. G. F.*, 28, 1900, p. 617).

(2) Montessus de Ballore, *Géographie séismique*, p. 207.

Au cours d'un séjour de deux ans en Afghanistan, consacré en partie à des recherches géologiques, j'ai pu observer moi-même un certain nombre de tremblements de terre.

De décembre 1922 à novembre 1923, il n'y eut que de légers séismes. De novembre 1923 à janvier 1924, vient une période d'activité séismique.

Le 1er décembre vit le paroxysme avec huit secousses principales dont l'une, à $16^h,55$, dura 10 secondes et correspond aux nos 6 et 7 (Rossi-Forel). Ce séisme provoque une grande crevasse dans un mur de la légation Britannique à Kaboul, crevasse qui s'élargit et amena l'effondrement d'une partie de la construction.

La terrasse, le plafond et une porte d'entrée de ma propre maison furent également fendus.

Le 2 août 1924, une violente secousse abîma de nombreuses maisons à Kaboul et ébranla Djellalabad pendant 15 secondes, y crevassant sérieusement le palais du Bagh-i-Shahi.

Le 13 octobre 1924, un très long tremblement de terre (30 secondes) nous fait quitter la maison et nous trouvons dehors la population du quartier qui fuit aussi ses habitations.

Un certain nombre de ces séismes sont précédés de quelques secondes par un grondement souterrain, semblable à ceux que j'ai entendus dans l'Himalaya et connus aux Indes anglaises sous le nom de « *barrisal guns* ». Ce grondement sourd est parfois suffisant pour éveiller les dormeurs. Je fus ainsi réveillé quelques secondes avant la secousse nocturne du 21 novembre 1923.

Les effets destructeurs de ces séismes sont particulièrement sensibles dans la vallée du Kaboul où toutes les agglomérations sont construites sur des terrains d'alluvion.

Dans la région de Kaboul, des villages ont été partiellement détruits et parfois abandonnés.

Le village de Djebel-us-Seradj, au pied sud de l'Hindou-Kouch et qui se trouve dans une région particulièrement faillée et plissée, a été complètement détruit il y a une quarantaine d'années.

A Kaboul, la petite mosquée de marbre blanc, voisine du tombeau de l'empereur Babour, est très endommagée et sa toiture de marbre est effondrée depuis longtemps.

Les séismes de cette région me paraissent dus au jeu d'une longue faille principale qui limite l'Hindou-Kouch au Sud, faille rectiligne ENE-WSW, régulièrement suivie sur 200^{km} par les rivières du Pandjchir et du Ghorbend.

Liste de séismes ressentis à Kaboul en 1923 *et* 1924.

De décembre 1922 à fin janvier 1923, légers séismes.

Dates.	Heure.	N° (Rossi-Forel).	Durée en secondes.
1923.			
24 avril.......	5.00 (h m)	3	»
24 »	23.00	3	»
27 »	23.00	3	»
1er mai.......	»	2	»
9 »	23.30	2	»
11 »	23.00	3	»
29 »	22.00	2	»
30 »	23.00	2	»
1er au 15 nov..	légers séismes		
17 novembre...	11.45	»	»
21 » ...	2.20	5	6
22 » ...	18.00	3	»
22 » ...	22.45	4	»
26 » ...	2.00	3	»
26 » ...	10.30	3	»
26 » ...	21.15	3	»
28 » ...	21.00	5	10
1er décembre..	15.15	»	»
1er » ..	15.25	3	»
1er » ..	16.15	3	»
1er » ..	16.55	6	10
1er » ..	17.15	2	»
1er » ..	17.50	2	»
1923.			
1er décembre..	18.00 (h m)	3	»
1et » ..	18 09	2	»
2 » ..	10.15	5	»
2 » ..	20.35	3	»
4 » ..	6.00	1	»
4 » ..	23.00	5	»
5 » ..	19.30	5	»
8 » ..	8.15	4	»
17 » ..	14.00	2	»
17 » ..	16.45	3	»
1924.			
16 janvier.....	21.05	3	»
16 »	21.50	3	»
9 février.....	21.25	4	»
10 mars.......	16.05	2	»
10 juillet......	4.00	3	»
15 »	22.00	3	»
2 août (à Djel-lalabad)...	»	8	»
17 septembre..	15.10	4	15
13 octobre....	21.10	6	30
17 »	23.00	3	»
19 »	23.00	3	»

La liste de séismes que je présente aujourd'hui est forcément incomplète. Nécessairement, les microséismes m'ont échappé et je n'ai pu noter de nombreux séismes nos 2, 3 et 4 pour des raisons multiples : ignorance de l'heure, désaccord des témoins sur la nature d'un ébranlement, séismes nocturnes, etc. Seule, l'installation de sismographes enregistreurs pourrait nous donner des informations d'une précision rigoureuse.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Dispositif électrométrique pour l'étude du champ électrique de l'atmosphère.* Note de M. **Édouard Salles**, présentée par M. Brillouin.

Quand on veut exécuter en campagne des mesures du champ électrique de l'atmosphère, on est obligé d'utiliser un appareil idiostatique, dont la sensibilité est médiocre. Des deux instruments employés, l'électroscope à feuilles et l'électroscope à fil de Wolf, le dernier est meilleur, mais pour une quarantaine de volts, les déviations sont un peu réduites; quant au premier, ses indications ne sont satisfaisantes qu'au delà de 100 volts. Désirant déterminer la valeur du champ électrique atmosphérique, au-dessous de 1^m, j'ai été amené à chercher un dispositif adaptable à mes électromètres à feuilles, me permettant de mesurer avec eux une cinquantaine de volts et même moins. Il suffit pour cela de transformer l'appareil en électroscope condensateur, ce que j'ai réalisé en vissant sur la partie extérieure de la tige supportant les feuilles, le plateau inférieur d'un petit condensateur plan à air, le plateau supérieur peut effectuer un mouvement de bascule, grâce à un axe horizontal sur lequel il est maintenu. L'écart se règle avec une butée contre laquelle vient appuyer l'armature mobile.

La prise de potentiel, fixée par une vis de serrage sur une tige d'Orca de 1^m de haut, est reliée par un fil fin de cuivre de 5 à 6^m de long à un contact mobile isolé, lequel s'appuie sur une pièce métallique solidaire du plateau inférieur du condensateur. Ce contact étant assuré, on abandonne l'appareil à lui-même l'armature mobile abaissée; après un intervalle de deux minutes on rompt le contact, puis on fait basculer l'armature mobile, la déviation très faible de l'électromètre est amplifiée d'une certaine quantité, dépendant de la variation de capacité produite. La lecture faite, on abaisse à nouveau l'armature mobile, on rétablit le contact, que l'on supprime à nouveau deux minutes après, en comptant les temps à partir du moment où la première rupture a eu lieu; la lecture se fait comme précédemment et l'on répète les opérations. On obtient ainsi la valeur du potentiel au point considéré, de deux en deux minutes. Il faut en effet sensiblement ce temps pour que la prise de potentiel à l'ionium utilisée se mette en équilibre, avec une prise plus rapide les intervalles seraient plus serrés.

Les mesures que j'ai effectuées avec un petit condensateur séparé, m'ont montré que la méthode était susceptible d'applications, par exemple pour l'étude du champ au voisinage du sol, la détermination du coefficient de

réduction au plan, les mesures à bord des navires, où l'on applique le même dispositif que celui que les observateurs du « Carnegie » ont utilisé. Le coefficient d'amplification était un peu inférieur à 3.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'évolution cytologique de l'anthéridie des Mousses.* Note [1] de M. **Jean Motte**, transmise par M. Flahault.

Nous avons montré dans une précédente Note [2] que l'observation vitale permet de suivre l'évolution cytologique des Mousses depuis le moment où la spore est formée jusqu'à un stade assez avancé du développement de l'anthéridie. L'épaisseur de cet organe ne nous a pas permis d'en poursuivre l'étude. Nous avons alors changé de méthode et employé du matériel fixé coupé à 2^{μ} d'épaisseur. Grâce à cela nous avons pu procéder à un examen plus approfondi, contrôler certains résultats et en obtenir de nouveaux.

Nos recherches ont porté sur deux espèces du genre *Mnium* : *Mnium spinosum* Schwaegr. et *Mnium punctatum* L. Dans les deux cas le fixateur indiqué par Regaud (méthode IV) a été le plus fidèle et nous a donné les images les plus nettes. Nous avons coloré nos coupes tantôt à l'hématoxyline ferrique, tantôt à la fuchsine acide, soit seule, soit associée au vert de méthyle (Duesberg).

1. *Mnium spinosum.* — L'anthéridie jeune se présente comme un massif de cellules peu nombreuses et de constitution identique. Le noyau assez gros est entouré de chloroplastes ovoïdes ou fusiformes, rarement étranglés en biscuit. Leur zone périphérique seule fixe le colorant et forme un liseré très net autour du centre toujours incolore. Le protoplasme, dense, est parsemé de nombreuses granulations punctiformes ou en très courts bâtonnets (*fig.* 1, a_1).

A un stade ultérieur, les cellules superficielles se différencient des cellules profondes. Les premières changent peu : elles formeront la paroi de l'anthéridie. Les secondes se modifient beaucoup. Leurs chloroplastes s'étirent parallèlement à la surface du noyau. La zone centrale incolore s'efface ainsi peu à peu [3]. Elle se manifeste quelque temps encore au niveau de petits renflements répartis le long des chloroplastes (*fig.* 1, a_2, a_3).

---

(1) Séance du 16 novembre 1925.

(2) Jean Motte, *Sur la cytologie des Mousses* (*Comptes rendus*, 181, 1925, p. 618).

(3) On connaît des faits analogues chez les Phanérogames (Guilliermond), les Cryptogames vasculaires (Emberger) et les Algues (Mangenot).

Ces renflements disparaissent à leur tour. Les chloroplastes ont alors l'aspect filamenteux caractéristique des chondriocontes (*fig.* 1, a_4). Ils se morcellent en très courts fragments, gardent peu de temps l'aspect en chapelet qui en résulte (*fig.* 1, a_5) puis s'égrènent. Dès ce moment rien ne permet de les distinguer des granulations intra-protoplasmiques préexistants.

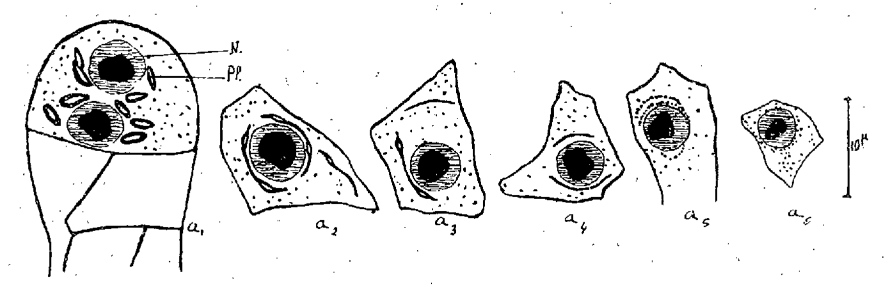


Fig. 1. — *M. spinosum* (Regaud, Hématoxyline).
a_1, anthéridie jeune; a_2 à a_6, stades successifs de l'évolution des cellules profondes; Pl, chloroplastes; N, noyau.

2. *Mnium punctatum*. — L'anthéridie jeune est encore ici un massif de cellules sans assise pariétale différenciée. Son mode de croissance paraît apical au moins à cet instant de son évolution. Le sommet de l'organe est en effet occupé par une cellule se distinguant nettement des autres. Dans cette cellule (*fig.* 2, b_1) le protoplasme peu vacuolisé renferme des chloro-

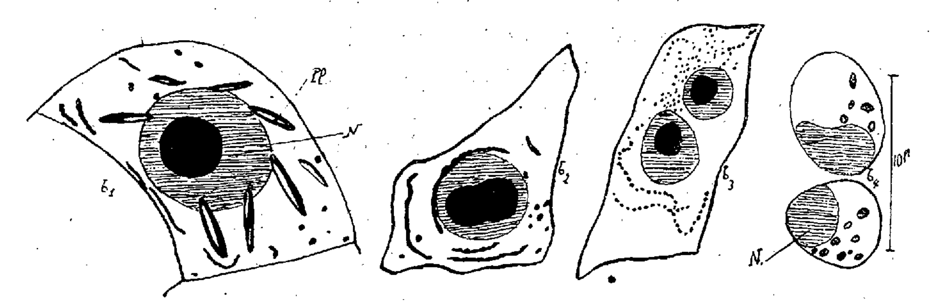


Fig. 2. — *M. punctatum* (Regaud, fuchsine + vert de méthyle).
b_1, cellule apicale d'une anthéridie jeune; b_2, b_3, stades successifs de l'évolution des cellules profondes; b_4, cellules-mères des anthérozoïdes; Pl, chloroplastes; N, noyau. Les vacuoles n'ont pas été représentées.

plastes en fuseau étroits et à coque chromophile épaisse. A côté d'eux on distingue des grains peu nombreux souvent géminés et des bâtonnets courts et incurvés. Ces derniers, qui dans certains cas sont nettement moniliformes, sont peut-être dus à l'alignement de grains préexistants.

Lorsqu'on s'éloigne du sommet de l'anthéridie les chloroplastes et les vacuoles s'accroissent beaucoup, en sorte que le protoplasme est réduit à des travées d'une extrême délicatesse s'insinuant entre les éléments figurés de la cellule. Cette disposition ne permet pas d'affirmer ici avec certitude l'existence, probable cependant, des formations granuleuses ou filamenteuses décrites ci-dessus.

Plus tard l'assise superficielle se différencie des cellules profondes. Dans ces dernières les chloroplastes ont entièrement disparu. Le protoplasme peu vacuolisé contient des filaments plus ou moins moniliformes, incurvés et enchevêtrés autour du noyau. Parmi eux on retrouve des granulations fuchsinophiles toujours rares (*fig.* 2, b_2). Peu après les anciens chloroplastes se fragmentent et s'égrènent (*fig.* 2, b_3). Dès lors le protoplasme renferme uniquement des granulations fuchsinophiles d'origine différente mais morphologiquement identiques. Ces granulations suivent passivement désormais le sort du cytoplasme et se répartissent également dans les cellules résultant des divisions ultérieures. La dernière division donne les cellules-mères des anthérozoïdes (*fig.* 2, b_4) dans lesquelles on reconnaît un noyau volumineux, une ou un petit nombre de vacuoles, et des grains fuchsinophiles plus gros que précédemment mais rares (5 à 10).

Au cours de la transformation de ces cellules en anthérozoïdes, leurs constituants morphologiques subissent des modifications profondes dans leurs formes, et dans leurs rapports réciproques.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La suspension de la vie des graines dans le vide à la température de l'hélium liquide.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Louis Mangin.

Nos dernières recherches sur la vie latente des graines aux basses températures dont nous avons publié ici les résultats, avaient démontré que des grains de Blé, des graines de Moutarde et de Luzerne avaient pu résister, sans aucune baisse de leur pouvoir germinatif, aux influences simultanées de la dessiccation du vide et du froid pendant 6 semaines à la température de l'air liquide (—190°) et pendant 77 heures à celle de l'hydrogène liquide (—253°) [1].

Comme depuis cette époque, grâce à M. Kamerlingh Onnes, on peut

---

[1] Paul Becquerel, *Comptes rendus*, 148, 1909, p. 1052.

obtenir à Leyde, dans son laboratoire cryogène, une température beaucoup plus basse, celle de l'hélium liquide, nous nous sommes demandé si, en soumettant des graines à ce froid rigoureux, leur pouvoir germinatif ne serait pas aboli. Dans ces expériences, je me suis servi de graines diverses extrêmement fines telles que celles de la Raiponce, du Tabac, de la Julienne, de l'Amarante, de l'Escholtzia, de Muflier blanc, de la Linaire pourpre, du Trèfle des prés. Ces graines avaient été préalablement déshydratées dans le vide à la température de 40°, précaution nécessaire, car nos anciennes expériences nous ont montré que lorsqu'on opérait sur des graines insuffisamment sèches on pouvait les tuer. Ensuite, pour chaque espèce de graines, nous avons constitué trois lots : un lot de graines témoins conservées à l'obscurité, un autre lot destiné à rester dans le vide, enfin un troisième lot également dans le vide, mais devant être soumis à l'action des basses températures. Les graines de ces deux derniers lots ont été placées dans des tubes de verre où le 25 juin, avec une pompe en quartz à condensation, nous avons réalisé un vide très puissant, qui devait être de l'ordre du dix-millième de millième de millimètre.

Les tubes furent ensuite fermés à la flamme et détachés de l'appareil. On les plongea le 13 juillet dernier dans l'hélium liquide à une température de $-269°,2$ C., c'est-à-dire à la température de $3°,8$ absolus, pendant 10 heures et demie, de 11^h du matin jusqu'à $9^h 30^m$ du soir.

Ce n'est que maintenant que je viens de vérifier le pouvoir germinatif des graines expérimentées, seulement pour deux tubes, réservant les autres pour les semis du printemps.

Un même nombre de graines de chaque lot a été mis à germer le 1er novembre, sur de la ouate stérilisée, dans une étuve à la température de 28°. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-contre :

De ces résultats il ressort que dans le vide qui a duré 4 mois, et à la basse température de l'hélium liquide, le pouvoir germinatif de ces graines n'a pas été amoindri. D'une façon générale il était même plus élevé que celui des graines témoins desséchées conservées à l'air libre, ce qui confirme les anciennes recherches de Maquenne et les nôtres sur les actions conservatrices du froid et du vide pour les germes (¹).

(¹) MAQUENNE, *Comptes rendus*, 134, 1902, p. 1243.

Espèce des graines.	Perte d'eau pour 100 de graine.	Nombre de graines mises en germination.	Pouvoir germinatif pour 100 graines. Graines témoins (p. 100).	Graines dans le vide seu (p. 100).	Graines dans le vide des tubes plongés dans hélium liquide (p. 100).
Raiponce........	8,95	100	68	70	70
Tabac...........	5,60	50	72	76	74
Julienne.........	9	50	76	80	82
Trèfle...........	8,32	10	90	90	100
Amarante.......	20,75	25	92	100	96
Escholtzia.......	15,20	10	60	70	60
Muflier.........	9,75	50	20	22	26
Linaire.........	9,28	50	70	78	76

Au point de vue physiologique, ces résultats ont un grand intérêt car ils modifient la conception classique que nous avons de la vie latente. Ils démontrent que, dans ces conditions exceptionnelles, on peut suspendre la vie des graines sans provoquer leur mort. En effet comment admettre qu'il s'agirait là d'une vie indéfiniment ralentie, nécessitant au moins des traces d'eau à l'état liquide, d'air à l'état gazeux, et le maintien du protoplasma dans son état colloïdal pour que les phénomènes physico-chimiques de l'assimilation et de la désassimilation protoplasmiques puissent s'accomplir, lorsque dans ces expériences, aux influences de la déshydratation et du vide pendant quatre mois, s'est ajoutée celle d'un froid de — 269°,2 qui pendant dix heures et demie a supprimé l'état gazeux et liquide de toute trace d'air et d'eau, en même temps que l'état colloïdal du protoplasme, devenu plus rigide que l'acier ?

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouvel hybride, fertile, d'Ægilops et de Blé* (Ægilops ventricosa *Tausch* × Triticum turgidum *L.*). Note de M. **L. Blaringhem**, présentée par M. Daniel Berthelot.

De 1855 à 1858, L. Vilmorin et J. Groenland ont réalisé de nombreuses fécondations illégitimes avec deux espèces voisines d'*Ægilops* (*Æ. ovata* L. et *Æ. ventricosa* Tausch) pollinisées par différents Blés cultivés. Groenland [1] signala l'insuccès complet des fécondations de *ventricosa* (o pour

[1] *Bull. Soc. bot. France*, 8, 1861, p. 612.

148 fleurs) et l'opposa au succès partiel des fécondations d'*ovata* (10 pour 352 fleurs). Depuis, divers auteurs ont vérifié la règle : insuccès pour la première espèce (Vavilof et A.-G. Nikolaeva), succès partiel avec la seconde (Godron, Regel, Planchon, Tschermak, Bacly, etc.). Or, chaque année, de 1921 à 1925, j'ai obtenu plusieurs fécondations artificielles des ovaires de l'*Æ. ventricosa* par divers Blés au Laboratoire de Physique végétale de Bellevue (S.-et-O.). J'ai signalé brièvement (¹) ce résultat, incomplet jusqu'en 1924, puisque tous les grains hybrides de cette origine n'ont donné que des plantes stériles. Enfin, en 1925, un beau grain *Æ. ventricosa* × *Triticum turgidum* B. a donné une plante qui, pollinisée artificiellement par *Tr. turgidum* B, me donna six grains capables de germer.

Les réussites, très rares, ne sont pas accidentelles; elles sont dues à la technique adoptée depuis plusieurs années dans mes croisements de Céréales; pour que les fécondations se produisent, il faut maintenir les ovaires dans les conditions normales de développement et, en particulier, éviter de léser les rachis des épis, les glumes, les glumelles et les barbes qui sont des organes d'active transpiration. Il faut, d'autre part, éviter la pléthore qui entraîne la coulure en F_2.

Trois épis d'*Æ. ventricosa* ont été castrés le 18 juillet 1924 de telle sorte que 7, 7 et 8 fleurs échelonnées le long des épis mères restèrent en bon état; le 23 juillet on déposa dans chacune d'elles une étamine mûre de *Tr. turgidum* B. A la récolte, le 10 août, deux épis ne donnèrent que des ovaires légèrement gonflés indiquant l'effet de la pollinisation puis l'arrêt de croissance; le troisième fournit 4 ovaires au même état, 3 grains atteignant $2^{mm},5$ de haut sur 1 de large et, au troisième épillet à partir de la base, un beau grain plein ($6 \times 2^{mm},5$) bien conformé, complètement libre dans les glumelles, ayant la section transversale d'un grain de Blé (Xénie). *Les fleurs ayant donné des grains étaient localisées toutes vers le milieu du même épi.*

Les épis d'*Æ. ovata* ont 2^{cm} et portent 2-3 épillets; leur castration est facile sans léser le rachis. Les épis d'*Æ. ventricosa* ont $6\text{-}8_{cm}$ et portent de 7 à 9 épillets; les glumes sont coriaces; les hybrideurs non prévenus suppriment la moitié ou plus des épillets et lèsent les glumes, enlèvent les barbes; d'où les insuccès avec la dernière espèce. *Tous les grains hybrides* (F_1) *Ægilops* × *Triticum que j'ai obtenus dérivent d'épis aussi peu mutilés que possible et vigoureux.*

La règle opposée doit être suivie pour obtenir des graines fertiles (F_2) à partir des hybrides premiers,

---

(¹) *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 852.

car la stérilité de ceux-ci est incontestablement due à l'état de pléthore et de juvénilité qui caractérise la plupart des hybrides intergénériques. Les quatre grains *Æ. ventricosa* × *Tr. turgidum* B. obtenus en 1924 furent semés sous châssis le 12 mars 1925; les trois petits pourrirent sur place sans germer; le gros grain donna une plantule d'abord chétive; mise en pleine terre le 14 avril, elle devint une plante magnifique dont les premiers chaumes dépassèrent un mètre en juillet; elle fournit des successions de chaumes (32) jusqu'au 8 septembre, pourvus d'épis de plus en plus grêles. Tous les épis furent stériles quant aux anthères courtes flasques et vides.

Chaque semaine une moitié des épis à point fut pollinisée par *Æ. ventricosa*, l'autre moitié par *Tr. turgidum*. Aucune des pollinisations par *Ægilops* ne fut suivie du gonflement même faible des ovaires; six grains ont été obtenus par les pollinisations *turgidum* dans des circonstances dignes d'attention. Aucune pollinisation réalisée avant le 7 août ne donna de grains (épis de 15-16^{cm}, chaumes de 80 à 97^{cm}); deux épis pollinisés entre le 7 et 10 août (12^{cm}, chaumes 60^{cm}) donnèrent un gros grain plein et deux grains volumineux mais ridés. Les trois autres grains, plus petits, furent obtenus à la suite de pollinisations faites entre le 20 et le 27 août; ils présentent la section caractéristique des grains de Blé. Les ovaires gonflés des fleurs voisines indiquent *l'activité du pollen turgidum uniquement sur les épis portés par des chaumes de vigueur moyenne ou réduite.*

L'intérêt de ces expériences délicates est considérable. L'hybride *Æ. ventricosa* × *Tr. turgidum*, dont je donnerai ailleurs la description complète, présente beaucoup de caractères propres à l'Épeautre (*Triticum Spelta* L.) dont l'origine est inconnue; le grain de *turgidum* est de médiocre qualité boulangère; celui de l'Épeautre fut le plus apprécié durant des siècles. Il y a quelques chances d'améliorer la qualité de nos Blés, d'en augmenter la vigueur en limitant leurs exigences culturales, par leur combinaison artificielle avec de petites herbes sauvages telles que les *Ægilops*.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *A propos du Pleurote des Ombellifères.* Note (¹) de MM. **Jules Offner** et **Roger Heim**, transmise par M. L. Mangin.

Comme suite à plusieurs Communications faites en 1921 et 1923, M. J. Costantin (²) signale l'apparition de deux « stations expérimentales » du

(¹) Séance du 16 novembre 1925.

(²) *Deux stations expérimentales de l'Argouane* (Pleurotus Eryngii) (*Comptes rendus*, 181, 1925, p. 447) et *Un cas insoupçonné de pathologie végétale* (*Ibid.*, p. 485).

Observations. — La dénomination régionale d'Argouane peut prêter à confusion, le même nom servant ailleurs à désigner un autre Champignon.

Pleurotus Eryngii DC. à la suite d'ensemencements du mycélium de ce Champignon sur souches de Panicauts, dans les Ardennes et dans la Forêt de Fontainebleau. Il voit dans le résultat de ces expériences une première étape qui « se rapporte tout à fait au programme » qu'il s'était « antérieurement fixé en vue de l'utilisation des terres incultes » à la propagation industrielle des Pleurotes comestibles.

Cet auteur a en outre inoculé avec du blanc du même Champignon de jeunes pousses d'*Eryngium campestre*, obtenues de semis, et il a vu se développer une « mousse blanche » sur les parties nécrosées des racines. Or, d'après M. Costantin, « l'histoire des Pleurotes d'Ombellifères n'a pas été bien comprise jusqu'ici, car la plupart des auteurs admettent un simple saprophytisme »; pour lui, l'association du Pleurote et de l'Ombellifère serait régie par un « parasitisme impuissant ou occulte » ([1]), et cette expérience « fournit avec netteté la preuve d'un tel mode d'existence insoupçonné jusqu'à ce jour ».

L'éminent professeur fonde aussi son opinion sur une observation qu'il a faite à Vanoise où le Pleurote pousserait uniquement dans des prairies fauchées. Il croit maintenant pouvoir affirmer que le fauchage « précipite les phases de l'évolution du Pleurote et permet d'assister à des stades franchement parasitaires ». Cette assertion ne nous paraît pas justifiée. En effet : 1° M. Costantin n'a fait ni observations comparées ni expériences dans la nature sur le rôle qu'il attribue au fauchage; 2° nous avons montré dans une Note ([2]), à laquelle il n'est d'ailleurs fait aucune allusion, que le Pleurote qui croît sur les souches *mortes* des *Laserpitium* au Lautaret, et qui est identique à celui de la Vanoise, vient de préférence dans les prairies *non fauchées*.

Donc, à moins de supposer que la théorie de M. Costantin ne s'applique qu'à la région de Pralognan, l'hypothèse précédente ne saurait être maintenue.

Quant aux déductions qu'il tire de ses observations sur l'infection artificielle des jeunes racines, elles devraient s'appuyer, pour être énoncées d'une façon aussi absolue, sur des expériences nombreuses, complètes et concordantes. Comme il ne précise pas la technique de ses ensemencements, rien ne prouve que le feutrage observé sur les parties nécrosées provient bien du mycélium du Pleurote, que les cellules des racines n'aient point été

([1]) J. Costantin, *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 849; *La Nature*, **51**, n° **2594**, 1923, p. 393; etc.

([2]) J. Offner et R. Heim, *Sur un Pleurote des prairies alpines* (*Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 412).

altérées par le traumatisme opératoire, que le mycélium n'attaque pas déjà des tissus morts ou languissants, bref, qu'il ne s'agisse pas d'un simple *parasitisme de blessure*.

Les expériences suivantes justifient nos critiques. M. Lutz ([1]), ensemençant du mycélium de *P. Eryngii* et de sa forme *nebrodensis* sur souche stérilisée d'Ombellifères : 1° délavées, 2° imbibées d'eau, a obtenu deux séries de résultats particulièrement démonstratives : dans les premiers cas, l'infection s'est développée favorablement jusqu'à l'obtention des carpophores en tubes de cultures; dans les autres cas, la contamination a été nulle ou à peine marquée. Ces expériences fondamentales — que M. Costantin a omis aussi de signaler — sont donc nettement favorables à la théorie saprophytique.

D'autre part, nous avons entrepris depuis 1923, au Lautaret et à Briançon, des essais analogues à ceux de M. Costantin. Des souches vivantes (*E. campestre*, *E. alpinum*, *Laserpitium latifolium*) ont été ensemencées avec du mycélium de *P. Eryngii* f. *nebrodensis* : 1° par simple contact de souche infectée et de souche indemne; 2° par inoculations avec aiguille selon la technique habituelle en tubes de culture sur milieux artificiels; 3° par inoculations au moyen de sections plus ou moins profondes dans les tissus de la souche. Les résultats ont été les suivants : 1° les ensemencements par contact ont été négatifs, les plantes sont toujours aussi robustes; 2° dans les autres cas, les Ombellifères sont mortes ou restées indemnes, et sur les souches mortes il n'a pas été observé ultérieurement de développement fongique. Des essais d'ensemencement sur différentes espèces vivantes d'*Eryngium* au Jardin des Plantes de Grenoble n'ont donné aussi que des résultats négatifs.

Ainsi, le développement expérimental de ce Champignon dans la nature ne paraît devoir se produire que très difficilement. Nos essais ont abouti jusqu'ici à des échecs. Les facteurs dont dépend la réussite sont donc trop complexes pour que nous puissions encore les connaître exactement et les trouver réunis lors de l'intervention expérimentale. Il est donc douteux que la question culturale puisse être facilement résolue sur le terrain industriel.

Quant à la théorie saprophytique, admise par tous les mycologues, elle ne saurait être écartée par les expériences de M. Costantin. Malgré l'intérêt de ces essais, la théorie parasitaire nous semble encore appartenir au domaine de l'hypothèse.

([1]) L. Lutz, *Sur la spécificité vis-à-vis de leurs supports des Champignons du groupe du* Pleurotus Eryngii (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1044).

ZOOLOGIE. — *Sur la présence d'une* Embletonia (*Mollusque, Nudibranche*) *dans le canal de Caen à la mer; origine exogène de ses nématocystes.* Note de M. **André Naville**, préésentée par M. F. Mesnil.

En étudiant, au cours d'un séjour au Laboratoire de Zoologie de Luc-sur-Mer, la faune si particulière du canal de Caen à la mer, j'ai trouvé à plusieurs reprises, en assez grande abondance, un petit Eolidien qui vit sur les *Cordylophora lacustris* Allmann fixés sur les piliers du pont de Bénouville. L'examen de cette forme m'a montré qu'il s'agissait d'une espèce de genre *Embletonia* décrit par Alder et Hancock ([1]). Ce genre est caractérisé par le fait qu'il ne présente que deux tentacules céphaliques, et que, d'autre part, le pore génital est situé sur la face droite de l'animal. La forme trouvée à Bénouville semble très voisine de l'*Embletonia pallida*, décrite par Alder et Hancock en 1854, espèce qui a été étudiée et figurée à nouveau par Meyer et Möbius ([2]) en 1865. Elle s'en distingue cependant par un détail de la constitution de la radule qui présente 45 à 50 éléments, alors que Meyer et Möbius n'en ont jamais compté plus de 42 sur des exemplaires provenant de la baie de Kiel. Cette différence dans le nombre des dents ne justifie vraisemblablement pas la création d'une nouvelle espèce; je rattacherai donc provisoirement la forme étudiée à l'*Embletonia pallida*.

Un caractère biologique qui rapproche l'*Embletonia* du canal de Caen, de l'*E. pallida* observée par Meyer et Möbius dans la baie de Kiel, est la forme de la ponte : dans les deux cas, en effet, les œufs sont pondus au nombre de dix à vingt dans une petite masse gélatineuse et transparente, de forme presque sphérique et rattachée par un court pédoncule au rameau de l'hydraire sur lequel vivent ces Mollusques.

Ce qui fait l'intérêt de cette trouvaille est l'existence d'une forme d'Eolidien pouvant vivre dans une eau saumâtre presque dessalée (1 à 2 pour 1000 de NaCl d'après Cuénot). On connaissait déjà l'existence d'autres Nudibranches pouvant vivre dans l'eau saumâtre : Luther ([3]) et Levander ([4])

([1]) Alder et Hancock, *A Monograph of the British Nudibranchiate Mollusca*, 1845-1855.

([2]) Meyer et Möbius, *Die Hinterkiemer oder Opisthobranchia der Kieler Bucht*, Leipzig, 1865.

([3]) A. Luther, *Meddel. Soc. Fauna-Flora fennica*, Häft. 28 B, 1902, p. 41-44.

([4]) K.-M. Levander, *Meddel. Soc. Fauna-Flora fennica*, Häft. 40, 1914 p. 51-53.

ont signalé dans le golfe de Finlande, outre l'*Embletonia pallida*, *Pontolimax capitatus* et *Alderia modesta*. Dybowski (¹), d'autre part, a décrit l'*Ancylodoris baïcalensis* dans le lac Baïkal; cette dernière espèce semble être une forme résiduelle d'une ancienne faune marine.

Un autre point de la biologie des Eolidiens me semble définitivement résolu du fait de la coexistence, dans un même milieu biologique, d'un seul Hydraire (*Cordylophora lacustris*) et d'une seule espèce d'Eolidien; c'est la question de l'origine exogène des nématocystes de certaines espèces d'Eolis. L'origine exogène des nématocystes de certains Nudibranches a été affirmée par plusieurs auteurs, mais dans aucun cas on n'avait pu obtenir un élevage *ab ovo* d'une espèce donnée d'Eolis sur un Hydraire unique. Les conditions de vie de l'*Embletonia pallida* dans le canal de Caen à la mer réalisent ainsi des conditions expérimentales qu'il aurait été difficile sinon impossible de réaliser dans un laboratoire. L'étude comparative des nématocystes de *Cordylophora lacustris* et d'*Embletonia pallida* m'a montré qu'il n'existait aucune différence appréciable entre les nématocystes provenant soit de l'Hydraire, soit du Mollusque. Cette observation prend la valeur d'une preuve décisive en faveur de la théorie de l'origine exogène des nématocystes des Eolidiens qu'avait déjà défendue Cuénot (²) en 1906.

J'ajouterai que chez *Embletonia pallida* on rencontre un pourcentage plus faible de nématocystes jeunes que chez *Cordylophora lacustris*. Ceci semble montrer que les nématocystes de grande taille sont captés dans une plus forte proportion par ce petit Eolidien. Meixner (³) a fait une observation analogue chez *Microstomum lineare* (Müll.).

BIOLOGIE. — *Acclimatation de l'Omble Chevalier dans les lacs alpins de haute altitude*. Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Ch. Gravier.

Il existe dans les hautes régions des Alpes françaises de nombreux petits lacs oligotrophes que leur basse température et leur congélation prolongée rendent peu propices à la vie du poisson. Seuls, certains Salmonides peuvent à la rigueur vivre dans leurs eaux glacées; mais dans quelques-uns d'entre eux où l'on a introduit jadis la Truite indigène, il ne reste aujourd'hui plus

(¹) W. Dybowski, *Nachrichtbl. deutsch. Malakozool. Ges*, Jahrg. 32, 1 Taf., 1900, p. 143-152.

(²) L. Cuénot, *Arch. Zool. expér. et génér.*, 4e série, 6, 1907, p. 73-102.

(³) Meixner, *Biolog. Zentralbl.*, 53, 1923, p. 559.

rien ou seulement de rares et gros sujets résiduels de capture difficile ou impossible qui ont fait le vide autour d'eux. C'est qu'en raison de l'absence d'affluents propices ou de l'enneigement précoce de ceux-ci, la Truite, qui a besoin d'eau courante pour frayer, ne s'est pas multipliée dans ces eaux alimentées surtout par les ruissellements de fonte des neiges. Il en résulte que ces lacs, qui font le charme de la haute montagne, ne sont d'aucun rapport au point de vue piscicole, alors qu'il y aurait un réel intérêt économique et touristique à les rendre productifs.

C'est dans ce but que le Laboratoire de Pisciculture de Grenoble a entrepris depuis plus de 15 ans, avec le concours de la section de l'Isère du Club alpin français, une série d'essais de peuplement et d'études de rendement dans divers lacs situés entre 2000 et 2500^{m} d'altitude des massifs de Belledonne et du Taillefer avec les Salmonides macrostomes suivants : *Trutta fario* L., *Trutta iridea* Gibb., *Salvelinus umbla* L., *Salvelinus fontinalis* Mitch., en vue de rechercher s'il y avait parmi ces espèces une forme susceptible de s'acclimater réellement, c'est-à-dire de croître et de se multiplier dans des eaux sans affluent permanent défini et couvertes de glace une grande partie de l'année.

Les résultats, que nous croyons pouvoir donner avec confiance car ils portent sur de longues années d'observation, nous ont montré que :

1° Dans ces hauts lacs sans affluent pérenne, la Truite indigène (*T. fario*) et le Saumon de fontaine (*S. fontinalis*) ne se reproduisent pas; résultat auquel on devait s'attendre pour les raisons exposées plus haut. De plus, leur croissance est fort lente en raison de la pauvreté de la faune nutritive et de la basse température de l'eau. Les sujets se raréfient peu à peu et finalement disparaissent par le cannibalisme et la pêche.

2° La Truite arc-en-ciel (*T. iridea*), dont la reproduction dans nos eaux est d'ailleurs incertaine, ne se reproduit pas également dans ces lacs; mais dans certains d'entre eux, au moins jusqu'à 2100^{m} (lac Brouffier, riche en Diaptomes et Gammarus), elle montre une croissance rapide (250^{gr} en deux ans) et une chair saumonnée fort délicate. Cet intéressant résultat qu va à l'encontre des données classiques considérant ce poisson comme seulement propice aux eaux tempérées des plaines, a été corroboré par les expérimentateurs suisses et montre que cette espèce peut être d'un grand profit pour certains lacs élevés; mais encore faut-il effectuer alors des repeuplements réguliers que les difficultés de la montagne, au moment des opérations, rendent très pénibles, parfois dangereux et toujours onéreux.

3° Dans ces lacs et jusqu'aux plus élevés (lacs du type polaire) tels que le Grand et le Petit Doménon situés entre 2400 et 2500^{m} d'altitude et couverts

de glace pendant sept ou huit mois de l'année, l'Omble Chevalier (*S. umbla*) reste longtemps invisible, sans doute cantonné dans les profondeurs, ce qui nous le fit tout d'abord porter comme disparu. Mais après la première génération, il se montre d'année en année plus nombreux et jusque vers la zone littorale où l'on trouve alors des sujets de taille très variée correspondant sans nul doute à des générations différentes. La multiplication est d'ailleurs confirmée par la pêche que nous avons faite en septembre dernier, d'Ombles femelles prêtes à pondre et de mâles mûrs. Ces sujets sont de couleur foncée gris acier tacheté de jaune clair et diffèrent notablement des géniteurs du Léman desquels provenaient les alevins de peuplement.

Dans ces eaux glacées à faune appauvrie ils utilisent les éléments les plus divers : larves de Tanypides et de Trichoptères, Chydorides, Ostracodes, etc. Certains poussés par la faim absorbent jusqu'à des petits cailloux lacustres couverts d'algues et de Diatomées. Fait singulier, dans ces lacs élevés, l'Omble ne semble pas rechercher le vrai plancton, alors qu'au lac de Laffrey (911^{m}) certains se montrent friands de Daphnies. Par contre et contrairement à ses habitudes, il ne dédaigne pas dans ces hautes régions les rares apports exogènes : Diptères adultes variés, Aphidiens. Thysanoures et même quelques Coléoptères.

Avec une nourriture aussi précaire, l'Omble grossit peu. Nous n'avons pas vu jusqu'ici de sujets dépassant 30^{cm}. Peut-être s'agit-il d'une race naine comme on en observe dans le Königssee. Quoi qu'il en soit, le poisson se multiplie activement, sa chair est excellente et sa pêche facile. Les montagnards en prennent même beaucoup en hiver au lac de Laffrey en pratiquant des trous dans la glace. Et ainsi ces petits lacs jadis déserts contribuent maintenant au ravitaillement de ces régions déshéritées en même temps qu'ils offrent à l'alpinisme un nouvel attrait sportif.

Conclusion. — L'Omble Chevalier peut s'acclimater dans nos lacs des Alpes au moins jusqu'à 2500^{m}. Des divers Salmonides expérimentés dans des lacs de très haute altitude sans affluent pérenne, l'Omble Chevalier, par son cycle entièrement lacustre et son habitat normal en eau très froide, est le seul dont la reproduction soit assurée. Il s'accommode là des aliments les plus divers. Sa multiplication certaine et sa pêche fructueuse en font une précieuse ressource économique. A ce titre, il nous paraît tout désigné pour la mise en valeur piscicole des nombreux petits lacs dormants, encore déserts, disséminés dans les hautes régions des Alpes.

PHYSIOLOGIE. — *Onde élastique et onde nerveuse.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. d'Arsonval.

La fibre nerveuse est, comme la fibre musculaire, conductrice de tout ébranlement : choc mécanique ou électrique, excitations. La *vitesse* de cette conductibilité est très variable; elle dépend de l'épaisseur du nerf, de l'espèce animale, même de l'individu.

Mais on constate que *la température ne la modifie pas sensiblement*. La loi de van't Hoff permet donc d'affirmer qu'il ne s'agit point d'un phénomène chimique ou physiologique.

Nous allons montrer qu'il s'agit, probablement, *d'un phénomène élastique*, d'une onde déformante parcourant le cylindre-axe, véritable substance intéressée.

I. *Données expérimentales.* — Les constantes élastiques connues sont celles de Wertheim. Il les avait mesurées, en 1847, sur nerfs humains vieux de quatre jours; ce qui, d'après cet auteur, augmentait le module d'élasticité E de $17^{kg},768$ à $26^{kg},450$ par millimètre carré (cas du pneumogastrique). La moyenne des résultats avait donné $10^{kg},900$ *au millimètre carré* (1). Chose plus grave, toutes ces déterminations se rapportent à l'enveloppe du nerf, membrane assez rigide étoffée de myéline, à la gaine de Schwann, au névrilemme, à un tube élastique tout différent du cylindre-axe qui est le seul agent de propagation de l'onde nerveuse.

Nous avons donc repris ces déterminations.

On s'est servi de la matière nerveuse de lapin, cerveau et nerfs pneumogastriques débarrassés, autant que possible, des membranes.

Cette matière est introduite dans un tube de 5^{mm} de diamètre et finement gradué. On la laisse un peu se tasser, puis on la soumet à la pression d'un poids de 20^{g} par l'intermédiaire d'un petit piston de verre.

D'autre part on a comprimé, sous le même poids, un cube de matière ayant 9^{mm} de haut et 12^{mm} de côté, enfin deux autres cubes plus petits.

Appliquant la formule qui donne le module d'élasticité E en fonction du poids et des dimensions, soit $E = \frac{P \times L}{S \times l}$, nous avons obtenu

$$E = 22^{g},\ 21^{g},40,\ 23^{g},60 \quad (\textit{moyenne : } 22^{g},30 \textit{ au millimètre carré}).$$

Tel est le module d'élasticité du colloïde nerveux, dont l'état d'hydratation oscille autour de 75 pour 100.

---

(1) Voir notre *Moteur humain*, p. 137.

II. *Vérifications*. — Une formule connue, de Newton, fournit la vitesse d'une onde élastique d'après le module E de la substance et sa densité absolue ρ. On a $V = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$. Ici, la densité absolue des nerfs est $\frac{1,04}{981}$ en unités C.G.S.

D'où

$$V = \sqrt{\frac{22,30 \times 100 \times 981}{1,04}} = 1450^{\text{cm}}.$$

(On a multiplié par 100 pour rapporter E au centimètre carré.)

La vitesse de $14^{\text{m}},50$ par seconde est faible. Chez l'homme on a trouvé 20 à 120^{m}, et chez les animaux des valeurs qui s'abaissent jusqu'à 1^{cm}. Par conséquent, la vitesse de l'onde nerveuse pourrait fort bien être la vitesse d'une onde élastique à travers un colloïde de concentration variable.

La propagation, dans cette hypothèse, dépend de facteurs physiques nombreux : diamètre des nerfs (elle diminue à cause des frottements), évolution du colloïde (par âge ou intoxications), état salin qui change la concentration de celui-ci (milieu marin notamment), etc.

Une vérification théorique vient à l'appui de notre hypothèse. Le colloïde qui se déforme reprend son état de repos après un *temps de relâchement t* qui dépend de sa viscosité. Maxwell écrit : $v = E \times t$.

J'estime que la déformation nerveuse se manifeste par le phénomène électrique de la *Variation négative*. Celle-ci a une période de décroissance ou de relâchement égale à $0^{\text{s}},0005$ environ (Bernstein).

D'autre part, la viscosité d'un colloïde à 75 pour 100 d'hydratation, gélatine ou globules rouges, est à peu près : $v = 0,14\ \text{g}/\text{cm}^2$.

Par suite, $E = \frac{0,14}{0,0005} = 280\ \text{g}/\text{cm}^2$ ou $2^{\text{g}},80$ au millimètre carré, valeur 8 fois plus faible que celle directement mesurée. Mais l'incertitude des données est évidente.

Conclusions. — Deux conclusions sont néanmoins possibles et tout à fait justifiées :

L'une est que l'onde nerveuse se comporte vraiment comme une onde élastique, si elles ne sont pas identiques absolument;

L'autre est que l'onde nerveuse *oriente* les micelles de la fibre, tant des nerfs que des muscles. Elle détermine l'*automatisme* des premiers, et, chez les seconds, elle facilite la transmission. Il s'ensuit cette loi physiologique, admise déjà, que les nerfs à grande conductibilité commandent les muscles rapides; c'est le fait d'une adaptation fonctionnelle.

PHYSIOLOGIE. — *De la loi de variation des quantités liminaires dans l'excitation sensorielle.* Note de M. **Henri Piéron**, présentée par M. Henneguy.

Mes recherches sur l'excitation lumineuse du Lamellibranche *Mya arenaria*, déjà étudié par Hecht, ont établi nettement l'augmentation de la quantité liminaire *it* quand croît la durée d'excitation ([1]), mais cette augmentation ne suit pas exactement la loi linéaire simple exprimée par Blondel et Rey à la suite de recherches sur le seuil de la sensation lumineuse. En réalité, la quantité d'excitation est fonction parabolique des temps, $it = \alpha t^{\nu}$. En adoptant, chez la Mye, les valeurs des constantes $\alpha = 129$ et $\nu = 0,286$, l'écart moyen relatif des valeurs calculées et des valeurs empiriques est de 4,8 pour 100 ([2]).

Chez l'Homme, pour les sensations lumineuses, il en est exactement de même, comme le montre la comparaison suivante entre chiffres observés et chiffres calculés dans l'excitation lumineuse des cônes (excitation rouge ou blanche fovéale) et des bâtonnets (excitation bleue périphérique), d'après mes recherches de 1920 ([3]), qu'ont confirmées plusieurs séries nouvelles de déterminations, les valeurs du temps étant exprimées en centièmes de seconde :

Vision par cônes : $it = 10,05\ t^{0,6}$.			
t.	*it* obs.	*it* calc.	écart.
320 ...	320	330	0
240 ...	260	269	9
160 ...	195,5	211	15,5
80 ...	160	140	20
60 ...	121,7	117	4,7
40 ...	91,8	91,9	0,1
21 ...	63,1	62,5	0,6
14 ...	50,8	48,9	1,9
10,5...	35,3	41,2	5,9
8 ...	31,4	35,0	3,6
7 ...	29,2	32,3	3,1
4 ...	28,2	23,1	5,1
Ecart moyen pour 100 : 5,1			

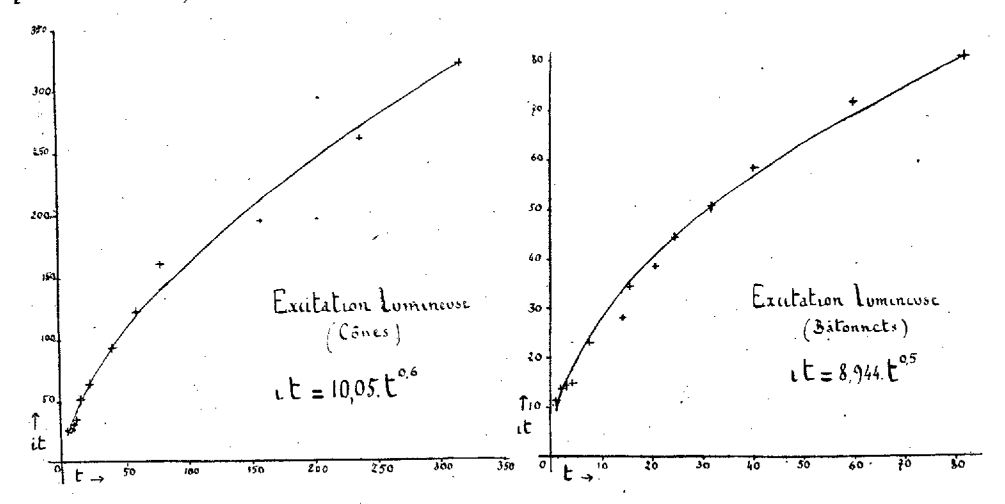
Vision par bâtonnets : $it = 8,914\ t^{0,5}$.			
t.	*it* obs.	*it* calc.	écart.
80 ...	80	80	0
60 ...	71,8	68,3	3,5
40 ...	58,5	56,6	1,9
32 ...	51,2	50,6	0,6
24 ...	43,7	43,8	0,1
21 ...	38,3	41	2,8
16 ...	34,4	35,7	1,3
14 ...	27,8	33,4	5,6
7,5 ...	23,1	24,5	1,4
3,85...	14,6	17,5	2,9
3,12...	13,7	15,8	2,1
2,1 ...	13,4	13	0,4
1,05...	11,6	9,2	2,4
Ecart moyen pour 100 : 5,1			

([1]) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 688.

([2]) Cf. *La loi de l'excitation lumineuse chez* Mya arenaria (*C. R. Soc. de Biologie*, **93**, 1925, p. 1235).

([3]) *De la variation de l'énergie liminaire en fonction de la durée d'excitation* (*Comptes rendus*, **170**, 1920, p. 525 et 1203).

La figure ci-dessous donne les branches de parabole correspondant aux constantes des calculs dans les deux cas, et les valeurs empiriques (marquées par des croix).



Ainsi, la loi parabolique est valable, à partir d'une certaine durée minima (au-dessous de laquelle les quantités ne décroissent plus que faiblement et paraissent même croître quand la durée d'excitation diminue indéfiniment), pour la stimulation lumineuse, aussi bien chez l'Homme dans l'excitation des cônes ou des bâtonnets, que chez les Invertébrés.

Et, d'autre part, les recherches effectuées par un de mes élèves, Paul Kucharski, sur l'excitation auditive, ont abouti à une loi identique (1) : avec un son de 1000 v. d. on a $it = 3{,}535.t^{0,5}$ (écart moyen relatif de 2,5 pour 100).

La formule $it = \alpha t^{\nu}$ me paraît donc exprimer la loi générale des excitations sensorielles entre les deux limites d'une durée supérieure au delà de laquelle la sommation ne se fait plus, et d'une durée inférieure au-dessous de laquelle les quantités liminaires cessent de décroître (ce qui donne à la courbe des quantités en fonction des temps l'allure en S bien connue).

---

(1) P. Kucharski, *Sur la loi d'excitation de l'oreille; sur la variation des temps d'action en fonction des intensités excitatrices dans l'excitation auditive* (*C. R. Soc. de Biologie*, **92**, 1925, p. 690).

PHARMACODYNAMIE. — *Toxicité de quelques alcaloïdes pour la Roussette. Taux des chlorures avant et après injection.* Note de M. **Robert F. Le Guyon**.

Nous avons injecté à des roussettes différents alcaloïdes dans le but de voir les modifications qu'ils pouvaient donner sur le taux des chlorure du sang. Nous avons été ainsi amené à déterminer la dose mortelle. Pour tous les alcaloïdes nous avons employé des solutions à 1 pour 100 ou à 1 pour 1000 dans l'eau de mer. Les roussettes pesaient en moyenne 700^{g}.

Sulfate neutre de strychnine. — L'injection de 2$^{cm^3}$ d'une solution à 1 pour 100 ne produit aucun effet. Sur une autre roussette, 10$^{cm^3}$ de la même solution produisent des convulsions, la courbure en arc de cercle et une grande rigidité. Une nouvelle injection de 10$^{cm^3}$ après 10 minutes, soit une dose totale de 0^{g},02, amène la mort.

Sulfate neutre d'atropine. — Une première injection de 10$^{cm^3}$ d'une solution à 1 pour 1000 donne une excitation assez marquée, suivie du repli de la roussette sur elle-même en forme de nœud. Une deuxième injection de 10$^{cm^3}$, 6 heures après, suivie d'une troisième de 10$^{cm^3}$, 1 heure après, laisse l'animal survivre. D'autres roussettes résistent à des doses d'emblée de 0^{g},20 ou 0^{g},30. Nous n'avons donc pas déterminé la dose mortelle.

Nicotine. — 2$^{cm^3}$ à 1 pour 100, soit 0^{g},02, donnent la mort à une roussette 30 minutes après l'injection.

Chlorhydrate de pilocarpine. — 2$^{cm^3}$ à 1 pour 100 produisent une excitation assez marquée. Une nouvelle injection, 1 heure après, de 2$^{cm^3}$, donne la mort. Sur une autre roussette, une injection de 10$^{cm^3}$, soit 0^{g},1, donne la mort instantanée.

Chlorhydrate de morphine. — Une première injection de 10$^{cm^3}$ à 1 pour 100, suivie d'une deuxième de 10$^{cm^3}$, 1 heure après, donne la mort à la roussette après avoir déterminé une grande pâleur.

Il résulte de ces expériences que, conformément aux observations de Charles Richet (1), les acides et les bases sont beaucoup plus toxiques chez les poissons que les alcaloïdes. Ces alcaloïdes sont beaucoup moins toxiques chez les poissons que chez les animaux supérieurs. La dose mortelle est de 0^{g},02 de strychnine pour la Roussette, alors qu'elle n'est que de 0^{g},05 seulement pour l'homme adulte.

Nous avons étudié la variation du taux des chlorures dans le sang de roussette après injection de ces différents alcaloïdes. Les dosages sont faits par la méthode de Laudat. Nous dosons toujours les chlorures avant l'injec-

(1) Charles Richet, *Comptes rendus*, 90, 1880, p. 1166.

tion sur du sang prélevé par section de la queue, puis après injection sur du sang prélevé par ponction ventriculaire. Les résultats que nous donnons pour chaque alcaloïde sont la moyenne des chiffres obtenus sur 20 roussettes à raison de quatre dosages par roussette injectée.

	Atropine, 10^{cm^3} à 1 p. 1000.	Morphine 10^{cm^3} à 1 p. 1000.	Pilocarpine, 2^{cm^3} à 1 p. 100.	Strychnine, 10^{cm^3} à 1 p. 1000.	Nicotine, 2^{cm^3} à 1 p. 100.
NaCl (du sang normal).	12^g,855	12^g,870	12^g,870	12^g,870	12^g,455
NaCl (après injection).	14,040	14,2825	15,210	11,700	12,285

Donc pour l'atropine, la morphine et la pilocarpine, il y a augmentation des chlorures, tandis que, pour la strychnine et la nicotine, il y a légère diminution.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches par une méthode électrolytique sur la circulation de l'or dans l'organisme.* Note (¹) de M. **Svend Lomholt**, présentée par M. Ch. Moureu.

Durant les dernières années on a employé en thérapeutique différentes combinaisons solubles de l'or, par exemple l'aurothiosulfate de sodium (Sanocrysin), contre la tuberculose. C'est pourquoi il nous a semblé utile d'étudier la circulation de ce métal dans l'organisme après injection intraveineuse.

Nous avons employé dans nos recherches la méthode suivante : brûler les matières organiques avec de l'acide nitrique fumant, dissoudre les cendres dans de l'eau régale diluée, porter la liqueur à l'ébullition, alcaliniser faiblement avec de l'ammoniaque, y ajouter $0^g,75$ KCN, l'étendre à 75^{cm^3}, électrolyser sous 4 volts avec des cathodes de platine (2^{cm^2}, 70^{mg}), et finalement peser. Il faut, sous peine d'une erreur importante, éviter la production de noir de platine

Les résultats d'une série d'analyses préliminaires pour contrôle ont présenté une concordance très satisfaisante.

La distribution dans l'organisme et l'élimination ont été étudiées sur trois lapins; l'élimination l'a, en outre, été sur deux hommes.

Après une injection intraveineuse, les reins contiennent une quantité d'or assez forte (environ 6 pour 100 de la quantité injectée, pour les deux), le

(¹) Séance du 3 novembre 1925.

foie à peu près la moitié de ce que contient un rein, les poumons et le cœur seulement des quantités insignifiantes. Au bout d'une semaine le sang ne contient plus qu'une quantité d'or minime. L'intestin avec son contenu, et spécialement le gros intestin, contient des quantités d'or considérables, mais assez variables. Dans le reste du corps des lapins, on n'en a trouvé que des quantités relativement petites.

Quant à l'élimination, c'est chez l'homme qu'elle a été le mieux étudiée. Elle s'accomplit surtout par l'urine (environ deux tiers). Le premier jour on trouve une élimination très forte, mais déjà le deuxième jour elle tombe à la moitié, et elle a été trouvée de plus en plus lente pendant les 14 jours suivants. On décèle encore des traces minimes d'or pendant plusieurs mois. Sans doute une partie de l'or éliminé le premier jour consiste-t-elle en aurothiosulfate indécomposé. Le dernier tiers s'élimine par les matières fécales. Mais ici on n'observe pas le maximum prononcé des premiers jours. Ce n'est qu'après quelques jours que l'élimination commence à tomber pour se poursuivre assez lentement.

Nos résultats montrent que l'or se distribue et s'élimine à peu près comme les autres métaux lourds; mercure, bismuth et plomb ([1]).

Expériences sur trois lapins.

Lapin I (37^{mg},5 Au injectés). — Lapin II (37^{mg},5 Au). — Lapin III (26^{mg},25 Au).

	Distribution.		
Organes.	L. I.	L. II.	L. II
Cœur	0,14	trace	trace
Poumons	trace	trace	trace
Foie	0,57	0,39	0,32
Rein gauche	0,96	0,72	0,60
Rein droit	1,05	0,88	0,55
Intestin grêle avec contenu	0,17	0,40	0,49
Gros intestin avec contenu	1,05	2,80	0,31
Sang (75^{cm^3})	0,17	0,10	trace
Reste de corps	2,00	1,75	1,90
Total	6,11	7,04	4,17

	Élimination					
	par l'urine.			par les fèces.		
Jour.	L. I.	L. II.	L. III.	L. I.	L. II.	L. III.
1	5,10	—	0,25	0,13	—	perdu
2	2,80	—	1,43	0,15	—	id.
3	1,68	1,75	0,56	perdu	0,33	id.
4	1,26	1,40	1,10	id.	0,65	id.
5	1,57	0,68	0,56	id.	0,62	id.
6		perdu	0,28	id.	perdu	id.
7	lapin tué	id.	0,16	id.	id.	0,10
8	»	id.	0,12	id.	id.	0,37
			4,46			

([1]) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1324, et **179**, p. 293.

Expériences sur deux hommes.

I (187^{mg},5 Au injectés). — II (150^{mg} Au injectés).

Jour.		Urine		Fèces		Urine		Fèces
	cm³	Au mg		Au mg	cm³	Au mg		Au mg
1 { 1 heure...	70	1,60		0	80	2,67		0
3 heures...	120	0,45		»	130	2,03		»
9 » ...	320	0,25	5,60	»	120	0,46	7,07	»
9 » ...	570	0,92		»	260	0,70		»
1 » ...	450	2,38		0	1100	1,21		2,06
2...........	1000	2,63		0,20	1500	2,93		»
3...........	800	3,29		1,78	1250	2,53		2,02
4...........	1500	2,43		1,39	1500	1,42		2,30
5...........	1000	1,88		2,47	1150	1,62		»
6...........	700	1,59		2,74	1000	2,69		»
7...........	400	1,26		0,65	1200	1,60		3,33
8...........	700	0,79		1,59	1500	1,47		2,01
9...........	900	0,61		»	900	0,98		»
10...........	»	»		»	1500	1,40		1,09
11...........	»	»		»	1200	1,49		0,51
12...........	»	»		»	1400	1,04		»
13...........	»	»		»	1700	1,19		0,47
14...........	»	»		»	1800	0,71		0,53
Total..........		20,08		10,82		28,14		14,32
			30,90				42,46	

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude de la réaction du ferricyanure de potassium sur le pigment sanguin.* Note de MM. **Maurice Nicloux** et **Jean Roche**, présentée par M. A. Desgrez.

Le ferricyanure de potassium réagit sur l'hémoglobine, Hb, en donnant de la méthémoglobine; avec l'hémoglobine oxygénée, HbO^2, ou l'hémoglobine oxycarbonée, HbCO, on obtient également de la méthémoglobine, mais l'oxygène labile, O^2, ou l'oxyde de carbone combiné, CO, sont entièrement libérés. Ces faits, connus depuis longtemps, ont été largement utilisés, notamment par l'École anglaise et, tout récemment, par nous-mêmes pour doser l'oxygène dans le sang [1].

(1) Maurice Nicloux et Jean Roche, *Dosage de l'oxygène dans le sang* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, **92**, 1925, p. 1393).

L'étude analytique que nous présentons aujourd'hui a été entreprise dans un tout autre but : celui d'établir à nouveau — par une méthode toute différente de celles que nous avons fait connaître antérieurement (¹), — que la méthémoglobine renferme la moitié de l'oxygène de l'oxyhémoglobine. Voici comment nous y sommes parvenus.

Le ferricyanure de potassium, agent oxydant en tant que sel ferrique, est capable, indirectement, en passant à l'état ferreux, de céder de l'oxygène à un corps oxydable. En milieu alcalin, potasse libre ou carbonate de potasse, par exemple, il se forme du ferrocyanure de potassium et tout se passe, en définitive, comme si deux molécules de ferricyanure libéraient un atome d'oxygène suivant les équations

$$2\,\mathrm{FeCy^6K^3} + \mathrm{K^2O} = 2\,\mathrm{FeCy^6K^4} + \mathrm{O},$$
$$2\,\mathrm{FeCy^6K^3} + \mathrm{CO^3K^2} = 2\,\mathrm{FeCy^6K^4} + \mathrm{CO^2} + \mathrm{O}.$$

Et c'est cet oxygène qui se porte électivement sur l'hémoglobine pour donner la méthémoglobine, avec mise en liberté éventuelle des gaz, O^2 ou CO, auxquels elle peut être partiellement ou entièrement combinée.

Théoriquement, supposons que l'exposant, *n*, de l'oxygène dans la méthémoglobine, de formule HbO^n, nous soit inconnu. Faisons-le successivement égal à 0,5, 1, 2, ..., *n*. Les réactions qui donneront naissance à la méthémoglobine, lorsqu'on traitera l'hémoglobine oxycarbonée, HbCO, ou l'hémoglobine oxygénée, HbO^2, par le ferricyanure — ou ce qui revient au même par l'oxygène que ce sel représente — seront évidemment les suivantes (Tableau A pour HbCO, Tableau B pour HbO^2) :

	A.	B.
(I)	$\mathrm{HbCO} + \mathrm{O}^{\frac{1}{2}} = \mathrm{HbO}^{\frac{1}{2}} + \mathrm{CO}$	$\mathrm{HbO^2} + \mathrm{O}^{\frac{1}{2}} = \mathrm{HbO}^{\frac{1}{2}} + \mathrm{O^2}$
(II).........	$\mathrm{HbCO} + \mathrm{O} = \mathrm{HbO} + \mathrm{CO}$	$\mathrm{HbO^2} + \mathrm{O} = \mathrm{HbO} + \mathrm{O^2}$
(III)........	$\mathrm{HbCO} + \mathrm{O^2} = \mathrm{HbO^2} + \mathrm{CO}$	$\mathrm{HbO^2} + \mathrm{O^2} = \mathrm{HbO^2} + \mathrm{O^2}$
(IV)........	$\mathrm{HbCO} + \mathrm{O}^n = \mathrm{HbO}^n + \mathrm{CO}$	$\mathrm{HbO^2} + \mathrm{O}^n = \mathrm{HbO}^n + \mathrm{O^2}$.

Elles montrent que le rapport du volume d'oxyde de carbone ou d'oxygène dégagé au volume d'oxygène cédé par le ferricyanure, est égal à $\frac{2}{0,5} = 4$

(¹) Maurice Nicloux et Jean Roche, *Sur la teneur en oxygène de la méthémoglobine* (*Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1968); *Sur la teneur en oxygène de la méthémoglobine : méthémoglobine en solution, méthémoglobine* in globulo (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 93, 1925, p. 275).

si la formule de la méthémoglobine est $HbO^{\frac{1}{2}}$ (équations I); à $\frac{2}{1} = 2$ si la formule est HbO (équations II); à $\frac{2}{2} = 1$ si la formule est HbO^2 (équations III); et d'une façon générale à $\frac{2}{n}$ si la formule est HbO^n (équations IV).

Expérimentalement, nous sommes parvenus par des méthodes d'une très grande simplicité [1] à mesurer l'oxyde de carbone et l'oxygène dégagés par une quantité déterminée de ferricyanure réagissant sur un excès d'hémoglobine oxycarbonée ou d'hémoglobine oxygénée [2]. Nous avons employé à cet effet une solution titrée de ferricyanure à 5,9 pour 100 de sel cristallisé dans l'eau distillée dont 1^{cm^3} représente 1^{cm^3} d'oxygène à 0° et 760^{mm}.

Voici les résultats de nos expériences :

Hémoglobine oxycarbonée traitée par le ferricyanure.

Oxygène cédé par le ferricyanure (*a*).	Oxyde de carbone dégagé ramené à 0 et 760 (*b*).	Rapport $\frac{b}{a}$.
cm³	cm³	
0,25	0,6	2,4
0,5	0,965	1,93
0,5	0,975	1,95
0,75	1,53	2,04
1	1,93	1,93
1	1,94	1,94
1	1,96	1,96
1	2,06	2,06
1,5	2,82	1,88
1,5	2,95	1,97

Hémoglobine oxygénée traitée par le ferricyanure.

Oxygène cédé par le ferricyanure (*a*).	Oxygène dégagé ramené à 0 et 760 (*b*).	Rapport $\frac{b}{a}$.
cm³	cm³	
1	1,8	1,8
1	2,1	2,1
1	2,2	2,2
1	1,9	1,9
1	2,06	2,06
1	1,96	1,96
1	1,89	1,89
1	1,90	1,90
1	1,90	1,90

La conclusion s'impose : Dans la limite des erreurs expérimentales, la quantité d'oxyde de carbone ou d'oxygène dégagée est le double de la quantité d'oxygène cédée par le ferricyanure comme le veulent les équations (II) des Tableaux A et B. On en déduit immédiatement que la formule de la

---

(1) Les détails seront publiés dans un autre Recueil.

(2) Sang de bœuf défibriné saturé par l'oxygène ou l'oxyde de carbone dont on prend 10 ou 20^{cm^3}.

méthémoglobine est Hb O ([1]), ce pigment contient, par conséquent, *la moitié de l'oxygène de l'oxyhémoglobine*, ce qui confirme d'une façon absolue nos expériences antérieures.

BACTÉRIOLOGIE. — *Transmission du virus tuberculeux par voie transplacentaire chez la femelle de cobaye tuberculisée avec un filtrat de produits tuberculeux humains.* Note ([2]) de MM. **Fernand Arloing** et **A. Dufourt**, présentée par M. Widal.

MM. Calmette, Valtis, Nègre et Boquet ([3]) ont établi que les éléments du virus tuberculeux filtrables à travers une bougie de porcelaine L2 pouvaient également traverser le placenta de cobayes femelles en gestation.

De notre côté nous avons ([4]), après la relation de nos expériences sur les formes filtrantes du bacille de Koch, évoqué les nouvelles hypothèses que soulevait cette constatation quant à l'hérédité tuberculeuse ([5]).

Les recherches que nous avions commencées à cette époque sont encore loin d'être terminées. Mais la très importante Note de M. Calmette et de ses collaborateurs nous incite néanmoins à faire connaître les résultats suivants qui fournissent une confirmation de leurs travaux.

Pour l'instant, nous relatons ci-dessous deux faits négatifs et un fait positif relatifs à la transmission transplacentaire du virus filtrant tuberculeux humain chez le cobaye.

1° *Faits négatifs.* — *a.* Un cobaye a été inoculé sous la peau de la cuisse le 9 juin 1925 avec 2^{cm^3} de filtrat de macération de placenta prélevé à l'autopsie d'une femelle de cobaye inoculée elle-même avec un filtrat de gomme tuberculeuse humaine.

([1]) Il va sans dire que cette formule pourrait aussi s'écrire $Hb\langle^{OH}_{OH}$.

([2]) Séance du 3 novembre 1925.

([3]) Calmette, Valtis, Nègre et Boquet, *Infection expérimentale transplacentaire par les éléments filtrables du virus tuberculeux* (*Comptes rendus*, 181, 1925, p. 491).

([4]) F. Arloing et A. Dufourt, *Les formes filtrantes du bacille de Koch et le problème de l'hérédité tuberculeuse* (Communication faite à la *Société médicale des Hôpitaux de Lyon*, le 16 juin 1925).

([5]) F. Arloing et A. Dufourt, *Contribution à l'étude des formes filtrantes du bacille tuberculeux* (*Réunion biologique de Lyon*, 93, 1925, p. 165).

Cette femelle présentait des bacilles de Koch acido-résistants dans tous ses ganglions lymphatiques, bien que ceux-ci ne portassent aucune lésion nodulaire spécifique ni caséification et fussent à peine hypertrophiés.

Le cobaye qui reçut le filtrat de placenta fut sacrifié en pleine santé le 6 octobre dernier sans que nous ayons pu trouver de bacilles de Koch dans aucun ganglion ni viscère.

b. Un second cobaye est inoculé sous la peau de la cuisse le même jour avec 2^{cm^3} de filtrat du produit de broyage et de macération d'un jeune fœtus attenant au placenta qui servit à l'expérience précédente.

Ce cobaye, sacrifié également le 6 octobre 1925, était en excellent état et ne recélait aucun bacille acido-résistant dans ses parenchymes viscéraux et ganglionnaires.

2° *Fait positif*. — Une femelle de cobaye est inoculée le 6 août 1925 sous la peau du cou avec 2^{cm^3} de filtrat de *suc de ganglion trachéo-bronchique caséeux prélevé sur un enfant mort tuberculeux*.

Cette femelle a été sacrifiée en gestation avancée le 30 octobre 1925.

Contrairement à ce que nous avions presque toujours observé dans nos résultats antérieurs, l'animal a présenté une grosse hypertrophie de la plupart de ses ganglions lymphatiques et leur caséification partielle au lieu de la simple hypertrophie sans caséification, coexistant avec la présence des bacilles signalée par nous dans nos Notes précédentes. Les autres viscères étaient sains, sauf la rate qui portait des granulations tuberculeuses.

Un *fœtus* de cette femelle, du poids de 35^g, arrivé par conséquent aux deux tiers de sa vie intra-utérine, a été soigneusement examiné. Des frottis ont été faits avec le foie, la rate, les ganglions trachéo-bronchiques et lombaires. Nous avons trouvé seulement *dans les ganglions lombaires une trentaine de bacilles de Koch*, longs, granuleux, parfaitement acido-résistants, d'une identité certaine.

Un second fœtus ne présentait pas de bacilles tuberculeux.

Cette dernière expérience nous permet, en apportant une confirmation aux recherches de MM. Calmette, Valtis, Nègre et Boquet, d'affirmer que, chez des cobayes inoculés avec des filtrats de produits pathologiques humains tuberculeux, le virus qui a traversé la bougie filtrante est susceptible, au moins dans certains cas, de passer au travers du placenta et d'être retrouvé dans le système lymphatique du fœtus.

On remarquera que *nos résultats positifs ont été obtenus avec un virus tuberculeux filtrant directement retiré de lésions humaines de tuberculose*

infantile, et que ceux de M. le professeur Calmette et de ses collaborateurs ont été réalisés avec des filtrats d'exsudats expérimentaux, créés par l'inoculation de cultures de tuberculose bovine dans le péritoine du cobaye.

Ces faits montrent plusieurs variétés de ce phénomène de pathologie microbienne. Ils sont susceptibles d'influencer profondément les conceptions classiques sur l'hérédité tuberculeuse.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Reproduction expérimentale de la lèpre chez les singes inférieurs*. Note de M. **M.-J. Reenstierna**, présentée par M. Roux.

En 1912 et en 1913 nous avons entrepris des recherches sur le bacille de Hansen; ces études ont été reprises en 1924. Nous avons eu à notre disposition deux cas de lèpre tuberculeuse généralisée tout à fait convenables pour nos expériences. Il s'agissait de casaigus, pas encore traités, avec des lépromes récents d'une richesse énorme en bacilles lépreux se colorant bien. Nous insistons sur ces conditions éminemment favorables.

Nous avons inoculé des singes avec la matière broyée de plusieurs des lépromes les plus jeunes. On s'est assuré, par inoculation simultanée à des cobayes, de l'absence de bacilles tuberculeux. Douze singes, trois Bonnets chinois (*Macacus sinicus*) et neuf *Macacus rhesus* ont servi aux expériences. Le 25 juin 1924, avec le produit prélevé sur le premier lépreux, les Bonnets chinois ont été inoculés sous la peau, en plusieurs points, et dans la muqueuse nasale. Un d'eux fut aussi inoculé dans les testicules. Le 6 avril 1925, de nouvelles inoculations sous-cutanées furent pratiquées sur deux de ces singes avec le produit du second malade. A la même date, les lépromes broyés du second malade furent inoculés sous la peau de quatre des *Macacus rhesus*. Les cinq autres Rhésus ont servi à des passages par inoculations sous-cutanées. Deux ou trois jours après les inoculations ($0^{cm^3},5$ à 1^{cm^3} en chaque point), toute trace d'intervention a disparu.

Après une incubation variant de 37 à 45 jours chez les trois Bonnets chinois, en plusieurs points sous la peau et chez l'un d'eux dans un testicule, apparurent des nodules qui grossirent jusqu'à atteindre le volume d'un pois à celui d'une petite prune. Chez deux des Bonnets chinois, inoculés une seconde fois, des nodules se montrèrent après 19 et 22 jours. La durée

de l'inoculation était donc abrégée, ce qui est d'accord avec les observations de Ch. Nicolle [1]. Les nodules ont persisté pendant 40 à 62 jours. Chez un des singes, après 7 mois, un volume a encore la grosseur d'une petite noisette.

Ces nodules ressemblent à des lépromes humains, à leur niveau la peau a la teinte rouge bleuâtre de ceux-ci, leur consistance est dure et ils sont insensibles comme les lépromes de l'homme. Cette insensibilité est telle que l'on peut enlever le léprome sans anesthésie et sans provoquer de réaction de la part du singe, réaction qui se manifeste aussitôt que le couteau tranche non plus dans le nodule, mais dans la peau saine.

Les nodules furent enlevés en totalité ou en partie lorsqu'on jugea qu'ils avaient atteint leur plus grand développement. Ils furent divisés en fragments dont les uns furent fixés et inclus dans la paraffine pour faire des coupes, les autres furent broyés pour faire des frottis et servir à des inoculations de passage à cinq singes et à des cobayes pour contrôler l'absence de bacilles tuberculeux. Des singes de passage, deux moururent de maladie intercurrente une semaine et un mois après l'inoculation; les trois autres ne présentèrent dans la suite aucune lésion, les cobayes longtemps conservés restèrent bien portants.

L'examen au microscope des frottis colorés par la méthode de Ziel-Neelsen modifiée et par celle de Gram nous ont montré des bacilles acido-résistants se teignant par le procédé de Gram. Ils étaient, par places, assez nombreux et même disposés en paquets offrant l'aspect de bacilles lépreux.

Les coupes colorées par l'hématéine-éosine, l'hématéine de V. Gilson, par Ziel-Neelsen et par la méthode de Gram présentent des granulomes sous-cutanés, quelques-uns intra-musculaires et un intra-testiculaire, limités mais envoyant cependant des traînées émissaires dans le voisinage. Ces granulomes sont divisés par des traces de tissu conjonctif et sont riches en vaisseaux. La masse est composée de grandes cellules mononucléaires, même vacuolisées, rondes, polygonales ou fusiformes avec un noyau central ou déjeté sur le bord. On trouve aussi des cellules très volumineuses à 2, 3 et jusqu'à 10 noyaux, siégeant soit au milieu, soit sur le bord de la cellule comme chez le type de Langhans. Il y a en outre un grand nombre de petits mononucléaires (lymphocytes) et plasmocytes et, en général, en nombre plus restreint, de petits polynucléaires (leucocytes).

---

[1] *Ann. I. P.*, 20, 1906, p. 389.

Quant aux bacilles acido-résistants ou colorés par la méthode de Gram, on n'en rencontre aucun sur certaines coupes, bien qu'on en ait vu sur les frottis; cela s'explique, peut-être, par la décoloration plus intense à laquelle les coupes sont soumises. D'autres coupes de certains nodules révèlent des bacilles assez nombreux siégeant pour la plupart dans les grandes cellules mononucléaires. On compte une trentaine de bacilles dans les cellules les plus parasitées. Les bacilles sont, en général, bien colorés, ils ont l'aspect de bacilles lépreux. Il y en a aussi de moins colorés; nous les regardons non comme des bacilles inoculés en voie de destruction, mais comme des bacilles très jeunes encore peu acido-résistants, ou comme des bacilles altérés sous l'action de l'organisme résistant du singe.

Le développement de nodules, après une longue incubation, présentant les caractères des lépromes humains, prouvent que nous avons provoqué, chez des singes inférieurs, la lèpre expérimentale localisée.

M. A.-L. **Herrera** adresse une Note intitulée : *Sur une imitation extraordinaire des organismes microscopiques et leurs mouvements, obtenue avec des solutions alcalines.*

MM. **Variot** et **Rusesco** adressent des *Tables de Croissance des enfants parisiens de 1 an à 2 ans.*

La séance est levée à 16 heures.

É. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES D'OCTOBRE 1925 (*suite et fin*).

Mission du Service géographique de l'Armée pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud sous le contrôle scientifique de l'Académie des Sciences, 1899-1906. Tome III, fasc. VII : *Latitudes astronomiques observées aux théodolites à microscopes*, par G. PERRIER. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 vol. 28^{cm}.

Travaux de la station zoologique de Wimereux, Tome IX : *Glanures biologiques publiées à l'occasion du cinquantenaire de la fondation de la station*, 1874-1924. Paris, Presses universitaires de France, 1925; 1 vol. 28^{cm}. (Présenté par M. Henneguy.)

Aristide Bergès. Documents historiques sur l'origine du nom de la houille blanche, par MARCEL MIRANDE. Grenoble, Joseph Baratier, 1925; 1 vol. 24^{cm}. (Présenté par M. L. Guignard.)

Faune de France. 10 : *Hyménoptères vespiformes*. I, par L. BERLAND. Paris, Paul Lechevalier, 1925; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Bouvier.)

Bats, Mosquitoes and Dollars, by CHARLES A. R. CAMPBELL. Boston, The Stratford C^{o}, 1925; 1 vol. $21^{cm},5$.

Giambattista Venturi e la sua opera vinciana, II, *Scritti inediti e* l'Essai, par G. B. DE TONI. Roma, E. Loescher, 1924; 1 vol. 24^{cm}.

ERRATA.

(Séance du 26 janvier 1925.)

Note de M. *Carl A. Garabedian*, Solution du problème de la plaque rectangulaire épaisse encastrée ou posée, portant une charge uniformément répartie ou concentrée en son centre :

Page 258, ligne 7 en remontant, après employer, *ajouter* dans les formules (1).

Page 259, ligne 18, après encastrée, *ajouter* et pour la plaque rectangulaire posée chargée au centre; ligne 21, après posée, *ajouter* uniformément chargée et pour la plaque circulaire posée chargée au centre.

(Séance du 31 août 1925.)

Note de M. *Carl A. Garabedian*, Solution du problème de la plaque rectangulaire épaisse ayant deux côtés opposés appuyés et deux côtés libres, et portant une charge uniformément répartie ou concentrée en son centre :

Page 321, ligne 12 en remontant, *supprimer* la phrase ayant trait au cas d'une charge centrale.

(Séance du 9 novembre 1925.)

Note de M. *E. Jouguet*, Ondes de choc et combustion résiduelle irréversible :

Page 658, titre de la Note, *lire* Ondes de choc et combustion avec combustion résiduelle irréversible.

(Séance du 16 novembre 1925.)

Note de M. *Paul Helbronner*, La jonction géodésique de la Corse et de la France continentale :

Page 212, ligne 8 en remontant, à la fin du deuxième alinéa, *ajouter* par l'intermédiaire de la Corse.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 NOVEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS BOUVIER, PUIS DE M. CHARLES LALLEMAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. le professeur **Antonio Baldacci**, membre de l'Académie de Bologne, qui assiste à la séance.

M. **A. Lacroix** dépose sur le bureau le quatrième et dernier fascicule de l'*Inventaire des Périodiques scientifiques des Bibliothèques de Paris*. Il comprend deux tables géographiques et une table analytique qui seront d'un grand secours pour trouver dans l'ouvrage un périodique dont le titre exact n'est pas connu.

Ainsi est terminé ce long travail, entrepris avec le patronage de l'Académie et qui aura demandé dix ans d'efforts continus. Un supplément sera publié ultérieurement pour tenir compte des rectifications, des compléments d'informations qui pourront être obtenus et aussi des nouvelles acquisitions des bibliothèques.

Il est à souhaiter que les bibliothécaires se servent de cet instrument de travail mis à leur disposition pour réunir, par voie d'échange, dans les bibliothèques les plus qualifiées les tronçons de tant de périodiques, actuellement épars dans beaucoup de bibliothèques différentes où ils sont presque sans utilité à cause de leur dispersion.

MÉCANIQUE. — *Sur le problème de la réfraction.* Note de M. L. LECORNU.

J'ai montré précédemment (¹) que la trajectoire d'un point matériel sollicité par deux forces égales, l'une, F_1, de direction constante; l'autre F_2, normale à la vitesse v dans le plan de la trajectoire et proportionnelle au produit $F_1 v$, peut être assimilée à un rayon lumineux qui traverse un milieu hétérogène présentant une constitution uniforme sur chaque plan P perpendiculaire aux forces F_1. On a, en d'autres termes, $v = a \sin i$, a désignant une constante et i, l'angle de v avec F_1. La force F_2 est dirigée de façon à former avec F_1 un angle obtus.

La valeur de F_2 est encore susceptible de l'expression que voici. En appelant m la masse du mobile et ρ le rayon de la courbure de la trajectoire, on a

$$\frac{mv^2}{\rho} = F_2 - F_1 \sin i.$$

Le théorème des forces vives donne d'ailleurs, ds étant l'arc élémentaire,

$$F_1 \cos i \, ds = mv \, dv = mva \cos i \, di = mva \cos i \frac{ds}{\rho},$$

d'où

$$F_1 \sin i = \frac{mv^2}{\rho},$$

et par suite

$$(1) \qquad F_2 = 2 \frac{mv^2}{\rho}.$$

Quand les plans P sont remplacés par des surfaces courbes S, le rayon lumineux n'obéit plus à la loi $v = a \sin i$, mais la théorie des courbes brachistochrones permet d'établir que si les forces F_1 admettent un potentiel U, dont les surfaces S soient les surfaces de niveau, en sorte qu'on ait

$$v^2 + 2U = \text{const.}$$

la trajectoire représente encore un rayon lumineux pourvu que la force F_2 soit dirigée à chaque instant dans le plan osculateur et déterminée par la formule (1). Ce résultat peut s'interpréter schématiquement de la manière suivante :

(¹) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1710.

Imaginons que la trajectoire soit parcourue simultanément par des corpuscules identiques, équidistants et très rapprochés dont chacun soit un anneau d'électrons ayant son axe dirigé suivant la tangente, et que ces électrons circulent dans le même sens autour de leurs axes avec une même vitesse linéaire u. On a ainsi une suite de petits courants fermés équivalents à des aimants élémentaires. Supposons d'abord que la trajectoire soit rectiligne. Alors chaque corpuscule, attiré également par ceux qui le précèdent et par ceux qui le suivent, est soumis à des actions égales et contraires, qui se neutralisent. Ces actions ont pour valeurs ku^2, k désignant une certaine constante. Quand la trajectoire s'incurve, la neutralisation persiste suivant la tangente; mais on voit naître suivant la normale principale la composante $ku^2 \frac{ds}{\rho}$. Pour retrouver, dans ces conditions, la force F_2, il suffit de poser :

$$ku^2 ds = 2mv^2 \tag{2}$$

et d'admettre ainsi que la masse m de l'aimant corpusculaire est du même ordre de grandeur que ds. La vitesse de circulation des électrons dans chaque anneau doit d'après cela varier proportionnellement à v. Chaque corpuscule possède alors un mouvement hélicoïdal, analogue à celui d'un obus lancé par un canon rayé. M. Daniel Berthelot [1] a déjà suggéré cette image : « Newton, dit-il, avait montré qu'on pouvait expliquer certaines successions d'anneaux obscurs et brillants qu'il avait observées en attribuant à la lumière un caractère périodique. Il suffit de comparer le projectile lumineux non pas au boulet d'un canon à âme lisse mais au boulet d'un canon rayé animé à la fois d'un mouvement de translation rectiligne et d'un mouvement de rotation périodique. »

Remarquons toutefois que, pour l'obus, la vitesse de translation varie indépendamment de la vitesse de rotation. Ici, nous devons postuler la proportionnalité entre ces deux vitesses, comme pour une vis mobile dans un écrou fixe : il faut donc imaginer une sorte de solénoïde à axe curviligne, qui glisse à chaque instant sur lui-même en conservant sa configuration.

Quoi qu'il en soit, l'action mutuelle des corpuscules parcourant la trajectoire paraît capable d'obliger celle-ci à prendre la forme d'un rayon lumineux, telle que cette forme résulte de l'hypothèse des ondulations.

---

(1) *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, 8e série, 8e année, 1925, p. 326.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Algèbres nouvelles de division.* Note [1] de M. L.-E. **Dickson**.

La théorie des algèbres linéaires et associatives (ou systèmes de nombres hypercomplexes) sur un corps arbitraire C (domaine de rationalité) est maintenant une théorie presque parfaite sauf pour la détermination des algèbres de division. Dans les dernières on peut toujours faire exécuter les deux types de division, le diviseur n'étant pas nul.

Les seules algèbres de division connues jusqu'ici sont les corps, l'algèbre de quaternions réels, une algèbre avec 16 unités qui a été récemment découverte par M. Cecioni, et le système d'algèbres D découvert par l'auteur il y a vingt ans. Soit $f(x)=0$ une équation irréductible et cyclique pour le corps C, qui a les n racines

$$i,\quad \theta(i),\quad \theta^2(i)=\theta[\theta(i)],\quad \ldots,\quad \theta^{n-1}(i)=\theta[\theta^{n-2}(i)],$$

où $\theta(i)$ est une fonction rationnelle de la racine i dont les coefficients sont des nombres de C, telle que $\theta^n(i)=i$. Les unités de D sont

$$i^a j^b \qquad (a, b=0, 1, \ldots, n-1).$$

Le produit de deux quelconques de ces unités se trouve par le moyen de

$$f(i)=0, \qquad ji=\theta(i)j, \qquad j^n=g,$$

où g est un nombre de C. Pour que D soit une algèbre de division, il faut et il suffit qu'aucune puissance de g, moindre de la $n^{\text{ième}}$, ne soit la norme d'un nombre du corps $C(i)$.

J'ai trouvé récemment de grands systèmes d'algèbres de division dont ces algèbres D sont les premiers cas. Tandis que le groupe de Galois pour D est cyclique, celui d'une algèbre nouvelle est soit un groupe abélien arbitraire, soit un groupe résoluble.

Comme premier exemple, nous considérons un groupe abélien avec deux générateurs indépendants d'ordre p et q. Autrement dit, soit $f(x)=0$ une équation irréductible de degré pq dont les racines sont

$$\theta^k[\psi^r(i)]=\psi^r[\theta^k(i)] \qquad (k=0, 1, \ldots, q-1;\ r=0, 1, \ldots, p-1),$$

où $\theta(i)$ et $\psi(i)$ sont des fonctions rationnelles de la racine i dont les coeffi-

[1] Séance du 3 novembre 1925.

cients sont des nombres du corps C, telles que

$$\theta^k(i) = \theta[\theta^{k-1}(i)], \qquad \theta^q(i) = i, \qquad \psi^p(i) = i.$$

Considérer l'algèbre Γ sur C avec les p^2q^2 unités

$$i^a j^b k^c \qquad (a < pq,\ b < q,\ c < p)$$

et les lois de multiplication

$$j^q = g, \qquad k^p = \gamma, \qquad kj = \alpha jk, \qquad ji = \theta(i)j, \qquad ki = \psi(i)k,$$

où g, γ, α sont des nombres du corps $C(i)$. Pour que Γ soit une algèbre associative, il faut et il suffit que

$$g = g(\theta), \qquad \alpha\alpha(\theta)\alpha(\theta^2)\ldots\alpha(\theta^{q-1}) \qquad g = g(\psi),$$
$$\gamma = \gamma(\psi), \qquad \alpha\alpha(\psi)\alpha(\psi^2)\ldots\alpha(\psi^{p-1})\gamma(\theta) = \gamma.$$

On peut considérer la sous-algèbre avec les unités $i^a j^b$ comme une algèbre Σ du type D avec les q^2 unités $i^d j^b$ (d, $b = 0, 1, \ldots, q-1$) sur le corps C_1, dérivé de C, par l'adjonction de toutes les fonctions symétriques de i, $\theta(i)$, ..., $\theta^{q-1}(i)$. Ainsi, Σ est une algèbre de division si aucune puissance de g, moindre que la $q^{\text{ième}}$, ne soit la norme, relative à C_1, d'un nombre quelconque du corps $C(i)$. Au moins, pour $p = 2$ et $p = 3$, Γ est alors une algèbre de division si et seulement si

$$\gamma \neq X^{(p-1)}X^{(p-2)}\ldots X''X'X,$$

pour un élément quelconque X de Σ, où $X^{(r)}$ est $k^r X k^{-r}$, qui est un élément de Σ.

Comme deuxième exemple, considérer un groupe G avec deux générateurs Θ et Ψ telles que $\Psi^{-1}\Theta\Psi = \Theta^{-1}$, $\Theta^q = 1$, $\Psi^p = \Theta^e$, et aucune puissance de Ψ moindre que la $p^{\text{ième}}$ ne soit une puissance de Θ. Alors, ou $e = 0$, ou q est pair et $e = \frac{1}{2}q$. Soit $q > 2$; alors G est non abélien et p est pair. Autrement dit, soit $f(x) = 0$ une équation de degré pq, irréductible dans le corps C, dont les racines sont

$$\psi^r[\theta^k(i)] = \begin{cases} \theta^k[\psi^r(i)] & (r \text{ pair}) \qquad (r = 0, 1, \ldots, p-1), \\ \theta^{q-k}[\psi^r(i)] & (r \text{ impair}) \qquad (k = 0, 1, \ldots, q-1), \end{cases}$$

où $\theta(i)$ et $\psi(i)$ sont des fonctions rationnelles de la racine i dont les coefficients sont des nombres du corps C telles que

$$\theta^k(i) = \theta[\theta^{k-1}(i)], \qquad \theta^q(i) = i, \qquad \psi^p(i) = \theta^e(i).$$

Considérer l'algèbre Γ sur C avec les p^2q^2 unités

$$i^a j^b k^c \qquad (a < pq,\ b < q,\ c < p)$$

et les lois de multiplication

$$j^q = g, \qquad k^p = \beta j^e, \qquad ji = \theta(i)\, j, \qquad ki = \psi(i)\, k, \qquad kj = \alpha j^{q-1} k,$$

où g, γ, α sont des nombres du corps $C(i)$. Pour que Γ soit une algèbre associative il faut et il suffit que

$$g = g(\theta), \qquad \alpha\,\alpha(\theta)\,\alpha(\theta^2)\ldots\alpha(\theta^{q-1})\, g_1^{q-1} = g(\psi),$$
$$\beta = \beta(\psi)\,\alpha_e, \qquad \beta = \alpha(\psi^{p-1})\,\alpha_{q-1}(\psi^{p-2})\,\alpha(\psi^{p-3})\,\alpha_{q-1}(\psi^{p-4})\ldots\alpha(\psi)\,\alpha_{q-1}\beta(\theta),$$

où $\alpha_0 = 1$ et

$$\alpha_k = \alpha\,\alpha(\theta^{q-1})\,\alpha(\theta_1^{q-2})\ldots\alpha(\theta_1^{q-k+1})\, g^{k-1} \qquad (k = 1, \ldots, q-1).$$

Γ est une algèbre de division sous les mêmes conditions sur g et $\gamma = \beta j^e$ comme dans le premier exemple.

Ces cas sont seulement des exemples d'une théorie générale qui est exposée dans un Mémoire en cours de publication dans les *Transactions of the American Mathematical Society*.

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire magnétique de quelques minéraux paramagnétiques, aux très basses températures.* Note de MM. **H. Kamerlingh Onnes**, **Jean Becquerel** et **W.-J. de Haas**.

L'un de nous a établi ([1]) autrefois que le pouvoir rotatoire magnétique de certains minéraux contenant du didyme (tysonite, parisite), de sens négatif, croît, entre la température du laboratoire et celle de l'air liquide, à peu près en raison inverse de la température absolue. Un rapprochement évident avec la loi de Curie relative à la susceptibilité paramagnétique fait penser que le pouvoir rotatoire de leurs cristaux est proportionnel à leur susceptibilité. Les expériences faites à Leyde en 1908 ([2]) ont confirmé et étendu ce résultat jusqu'à 20° K.

Les expériences nouvelles qui viennent d'être réalisées avec l'hélium

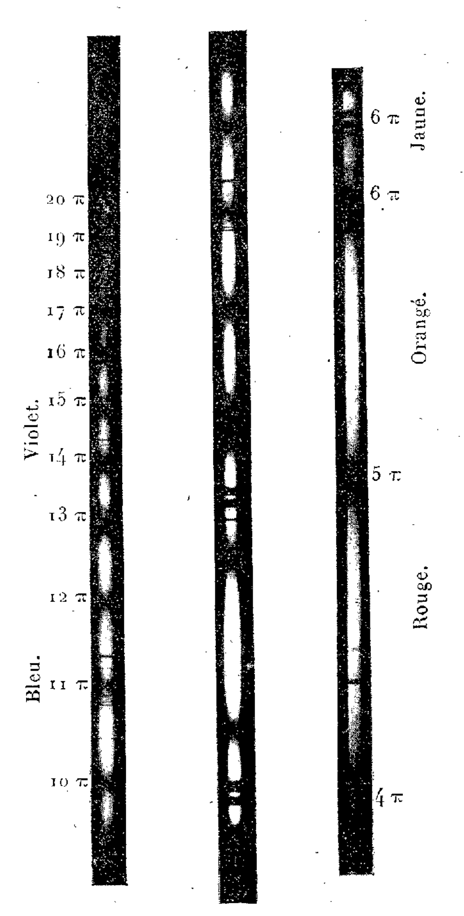
---

([1]) Jean Becquerel, *Le Radium*, 5, n° 1, 1908, p. 5.

([2]) Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, *Comm. Leiden*, n° 103, 1908, p. 6; *Le Radium*, 5, 1908, p. 227.

liquide (¹) ont montré que l'augmentation du pouvoir rotatoire magnétique se poursuit jusqu'à 4°, 2K. (hélium liquide); à ce point de vue la tysonite est particulièrement remarquable.

A la température de 291°K., le pouvoir rotatoire magnétique de ce



cristal, rapporté à 1^{mm} d'épaisseur et à 10000 gauss, est égal à 13°, 7 et à 6°, 4 pour les radiations violette (4046, 6) et verte (5460, 7) du mercure. A la température de 4°, 21 K., il atteint 229° dans le rouge (6290) et 1000° dans l'ultraviolet (3734).

La figure donne le spectre cannelé obtenu, entre deux nicols croisés, à 4°, 21 K. dans un champ de 23600 gauss avec une lame de 1^{mm}, 673 d'épaisseur.

(¹) Voir *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 758.

Les valeurs du pouvoir rotatoire magnétique ont été mesurées, pour un grand nombre de radiations, par la méthode du déplacement des franges d'un compensateur de Babinet, précédé d'une lame quart d'onde [1].

On n'a pas pu constater d'écart à la proportionnalité entre les rotations et les champs extérieurs, tout au moins dans les régions qui ne sont pas trop voisines de bandes d'absorption.

Il importe de comparer les rapports des rotations, à deux températures différentes, au rapport inverse de ces températures. Voici quelques résultats, les rotations étant rapportées à 1^{mm} et à 10000 gauss.

Entre 291° K. et 20°, 36 K. :

$$\frac{291,0}{20,36} = 14,29.$$

λ	Hg = 4046,6.	Hg = 4358,3.	Hg = 5460,7.
Rot.$_{20,36}$	190,2	153,0	83,5
Rapport rot.$_{20,36}$ à rot.$_{291}$	13,9	13,9	13,1

Entre 20°, 36 et 4°, 21 :

$$\frac{20,36}{4,21} = 4,84.$$

λ	3800.	4150.	4850.	5500.	6391.
Rot. à 4°, 21	941,1	711,7	458,2	331,7	228,5
Rapport rot.$_{4,21}$ à rot.$_{20,36}$	4,08	4,05	4,04	4,04	3,94

Le rapport des rotations semble diminuer légèrement du violet au rouge, mais il n'est pas certain que les mesures soient assez précises pour permettre d'affirmer ce résultat.

Il y a lieu de penser, d'après les chiffres qui précèdent, que la susceptibilité de la tysonite suit la loi de Curie avec correction par une anomalie [2] (loi de Weiss), d'ailleurs assez petite.

La parisite et la bastnaesite ont aussi un pouvoir rotatoire magnétique considérable, bien que moindre que celui de la tysonite. Les variations avec la température suivant une loi tout à fait analogue.

Le xénotime (spectre de l'erbium) donne des effets beaucoup plus complexes, à cause de ses nombreuses bandes très sensibles au champ magnétique et de l'absorption générale répandue dans tout le spectre. Le rapport des rotations à 4°,2 et à 20°,3 varie de 2,0 dans le violet à 2,3 dans

(1) JEAN BECQUEREL, *Le Radium*, 5, 1908, p. 56.

(2) H. KAMERLINGH ONNES, *Leiden Suppl.*, n° 44, 1921, p. 23.

le rouge. A 4°,2 K. la rotation magnétique, pour une lame de $0^{mm},81$ d'épaisseur et un champ de 26,17 kilogauss, est de 180° dans le violet extrême (4060 Å) et de 60° dans le rouge (6800 Å).

Il semble qu'il y ait lieu d'envisager deux phénomènes de polarisation rotatoire magnétique d'origines essentiellement différentes.

L'un, de sens généralement positif, a été tout à fait expliqué : c'est la conséquence de l'effet Zeeman, pour les radiations absorbées, qui est mis en évidence par la dispersion.

Selon notre hypothèse, l'autre effet apparaîtrait dans les corps paramagnétiques : il serait du signe négatif et résulterait d'une dissymétrie d'intensités dans l'absorption de vibrations circulaires de sens opposés, causée par un phénomène d'orientation ou de distorsion dans le champ.

Ces deux effets de sens contraires se superposeraient chez les corps paramagnétiques, l'un ou l'autre pouvant prédominer. On sait d'ailleurs que le pouvoir rotatoire magnétique des substances paramagnétiques est généralement de sens négatif, mais quelquefois aussi de sens positif.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la localisation du brome chez une Algue floridée* (Antithamnionella sarniensis *Lyle*). Note de M. C. SAUVAGEAU.

J'ai démontré [1] que deux Algues floridées, récoltées l'été dernier à Guéthary, renferment de l'iode à l'état libre dans leur suc cellulaire et surtout dans des organes particuliers auxquels j'ai donné le nom d'*ioduques*. Depuis, j'ai constaté le même phénomène chez une troisième espèce. Dans un Mémoire détaillé, actuellement sous presse, j'insinue que les éléments des *Antithamnion*, désignés comme *Blasenzellen* par les auteurs de langue allemande, qui ont jusqu'à présent résisté à l'analyse microchimique et sur le rôle desquels de multiples hypothèses ont été émises, pourraient bien être des ioduques, ou tout au moins des organes comparables aux ioduques. Toutefois, je n'ai pas eu ces Algues à l'état vivant entre les mains.

Or Mlle Doublet a bien voulu récolter à Cherbourg, lors de la marée du 16 novembre, des exemplaires d'une petite Floridée, l'*Antithamnionella sarniensis*, où G. Hamel a signalé, mais sans insister, la présence de cellules comparables aux *Blasenzellen* des *Antithamnion*. Ils me sont arrivés bien vivants à Bordeaux.

---

[1] *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1887, et 181, 1925, p. 263.

Une cellule de divers ramules comprend deux parties : l'une normale, l'autre en ampoule incolore, homogène, très réfringente, de même hauteur que la première (15^{μ} à 20^{μ}) ou même la débordant. On dirait que cette masse réfringente est incluse dans une volumineuse vacuole comprise entre la membrane et le corps cellulaire proprement dit. Son bombement sur la face libre, et souvent aussi sur la face interne qui repousse le corps cellulaire, indique une tension élevée. Les procédés qui m'ont réussi pour démontrer la présence d'iode libre, et celle d'iode engagé dans une combinaison minérale, ont échoué sur cette bizarre production. Je la nomme *bromuque*, car on va voir qu'elle contient du brome au lieu d'iode.

Une solution de fluorescéine dans l'eau de mer rend le contenu du bromuque finement granuleux et le colore en rouge plus ou moins foncé; la coloration est plus rapide et demande à peine quelques minutes si le réactif est alcalinisé par une trace d'ammoniaque. L'eau distillée gonfle le bromuque qui éclate avant même que le reste de la plante paraisse altéré. Une solution de fluorescéine dans l'eau distillée légèrement alcalinisée, au même état de dilution que la précédente, fait éclater le bromuque dont le contenu, qui était liquide, s'étale à l'extérieur en une nappe immédiatement coagulée et rougie. L'alcool décolore assez rapidement ce coagulum externe, tandis que les bromuques teintés résistent. Cette formation d'éosine est l'un des meilleurs réactifs du brome libre, et j'ai répété cette expérience devant mon collègue le chimiste Denigès. La petitesse des bromuques m'a empêché de réussir l'identification par spectroscopie de l'éosine ainsi formée.

Dans une préparation d'*Antithamnionella*, j'ai fait passer de l'eau de chlore; les bromuques se sont gonflés, leur contenu a perdu d'abord sa réfringence, puis est devenu granuleux, semblant coagulé; pendant ce temps, la plante tout entière se décolorait par désorganisation de la phycoérythrine. Après avoir lavé à l'eau de mer, puis fait passer la solution de fluorescéine ammoniacale, tous les bromuques ont pris la teinte rouge, de plus en plus foncée, comme avec la plante vivante. Or, le chlore ayant dû traverser la membrane du bromuque, puisque toutes les cellules étaient décolorées, cette expérience paraît prouver que le brome n'y est pas à l'état de bromure.

Le réactif acéto-sulfo-fuchsiné de Denigès et Chelle, considéré par ces auteurs comme tout à fait spécifique, ne m'a donné aucun résultat; on doit, en effet, l'employer sans dilution, et il détruit les bromuques.

En examinant dans l'eau distillée des fragments laissés durant quelques

heures dans l'alcool à 90°, certains bromuques paraissaient inaltérés, tandis que les autres avaient laissé échapper tout ou partie de leur contenu en une petite masse plus ou moins arrondie adhérente à la cellule. La fluorescéine ammoniacale, dissoute dans l'eau distillée, a rougi les bromuques intacts, comme s'ils avaient été vivants, tandis que les masses coagulées exsertes se teignaient moins fortement. L'alcool à 90°, passant ensuite sous la lamelle, a décoloré celles-ci assez rapidement, sans décolorer les bromuques intacts.

La coloration par la fluorescéine ammoniacale étant rapide, mais non instantanée, si l'on répugne à admettre la présence de brome libre dans les bromuques, on admettra néanmoins qu'il y existe à l'état d'une combinaison extrêmement labile et, jusqu'à présent, du moins à ma connaissance, on n'avait point encore localisé sa présence chez une Algue marine. Il est d'ailleurs possible que la plante sortant de la mer se prête mieux aux réactions que celle qui m'est parvenue. En outre, il y aurait lieu de rechercher si les divers *Antithamnion* se comportent comme l'*Antithamnionella*.

M. **J.-L. Breton** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage dont il a écrit la Préface, intitulé *Histoire du cinématographe des origines à nos jours*, par M. **G. Michel Coissac**.

Cet Ouvrage constitue sans conteste l'étude la plus importante qui ait été publiée sur les origines et le développement du cinématographe.

La documentation abondante, les nombreuses références, l'impartialité objective de l'exposé assurent à ce volume de devenir sous peu classique, et les historiens ne pourront manquer d'utiliser dans l'avenir cette étude qui demeurera la plus sérieuse contribution à l'histoire du cinématographe.

Il était d'ailleurs indispensable d'éclairer cette question obscure des origines du cinématographe; si quelques points demeurent encore incertains, le volume de M. Coissac constitue toutefois la mise au point la plus achevée que l'on ait fournie, et à ce titre son auteur s'est acquis la gratitude de tous ceux que le développement de l'art cinématographique ne laisse pas indifférents.

Autant dire qu'il s'agit d'ailleurs de tous les humains, car il n'est aucun de nous qui n'ait à utiliser le prestigieux procédé de la chronophotographie. Est-il besoin de souligner le développement considérable, inespéré et un peu désordonné, du cinématographe distraction, du cinématographe théâtre?

Il serait toutefois malavisé de ne reconnaître de clientèle au cinématographe que celle des foules en quête de délassement. Le cinématographe est aujourd'hui un instrument de recherche de premier ordre. Il a ouvert toute une série de domaines, au seuil desquels nous devions limiter jusqu'ici nos enquêtes.

C'est pour l'œil du savant un auxiliaire si précieux, si varié et si souple dans ses applications, aux investigations à la fois si étendues et si précises que l'on peut montrer quelque gratitude aux fidèles innombrables qui, par leur dilection passionnée, ont, dans la multitude des salles de spectacles éparses sur le monde, permis par leurs oboles accumulées de poursuivre les améliorations d'un appareil qui approche aujourd'hui de la perfection.

L'histoire de cet instrument si puissant auprès des foules et si docile au savant ne pouvait rester indifférente à notre compagnie et il m'est particulièrement agréable de le signaler à sa bienveillante attention.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Leçons sur les propriétés extrémales et la meilleure approximation des fonctions analytiques d'une variable réelle*, par Serge Bernstein.

2° *Deuxième Table générale* (1899-1923) *de la Société de Biologie et de ses filiales*. Première Partie : *Table des Auteurs*, publiée par Auguste Pettit. (Présenté par M. F. Henneguy.)

3° Henry de Varigny. *Essais sur la Mort. La Mort et la Biologie.* (Présenté par M. C. Richet.)

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur un théorème de M. Lindelöf.* Note de M. E. F. Collingwood, présentée par M. Émile Borel.

Considérons une fonction $f(z)$ holomorphe dans un domaine simplement connexe D dont la frontière E est une courbe simple passant par une singularité essentielle de $f(z)$, singularité que l'on peut supposer à l'origine. On

suppose $f(z)$ continue sur D sauf peut-être en O. Soient C_1 et C_2 les deux arcs de E définis par O et un autre point P de E. Supposons que $f(z)$ tende vers zéro lorsque z tend vers zéro sur C_1 et sur C_2 et que $f(z)$ ne soit pas borné dans D dans le voisinage de O. La circonférence γ_r, $(|z|=r)$, divise D en un nombre fini ou infini de domaines dont l'un, D_r, admet l'origine pour point frontière. Nous désignerons par $M_D(r)$ le maximum de $|f(z)|$ sur les arcs de γ_r appartenant à D : $M_D(r)$ est une fonction indéfiniment croissante de $\frac{1}{r}$ à partir d'une valeur de r et l'on a $|f(z)| = M_D(r)$ sur T_r, portion de γ_r qui appartient à la frontière de d_r. Il est loisible de supposer que T_r est contenu dans un arc simple S_r de γ_r de longueur moindre que $\frac{2\pi r}{3}$.

Si $x_1(r)$ et $x_2(r)$ désignent respectivement les premiers points de C_1 et C_2 situés sur γ_r lorsqu'on décrit ces courbes en s'approchant de l'origine, on peut trouver une fonction $\varepsilon(r)$, non croissante, tendant vers zéro avec r, telle que $|f(z)| < \varepsilon(r)$ en tout point de C_1 entre $x_1(r)$ et O et en tout point de C_2 entre $x_2(r)$ et O.

Traçons la circonférence $\gamma_{r'}$ $\left(|z| = r' = \frac{r}{m};\ m > 1\right)$ et désignons par $D_{r,r'}$ la portion de D_r contenue dans la couronne $r' \leq |z| \leq r$. Soient z_0 un point intérieur à $D_{r,r'}$ et $\bar{z}_0$ son image par rapport à la circonférence γ_r et effectuons la transformation

$$\frac{\zeta - z}{\zeta - \bar{z}_0} = -\frac{z - z_0}{z - \bar{z}_0}, \tag{1}$$

qui laisse z_0 invariant et transforme γ_r en elle-même. Lorsque z_0 tend vers zéro, la transformation (1) tend vers une rotation de π autour de zéro : il existe donc un nombre k supérieur à 1 tel que, lorsque $l = \frac{r}{r_0} > k$ $(r_0 = |z_0|)$, le transformé S'_r de l'arc S_r n'ait aucun point commun avec S_r. Prenons $m > l > k$. $\gamma_{r'}$ se transforme en une circonférence $\gamma'_{r'}$, qui s'obtient aisément. La région Γ commune à $D_{r,r'}$ et à sa transformée $D'_{r,r'}$ est intérieure à γ_r et sa frontière est formée de deux parties : A comprenant des arcs de C_1 et C_2 et B comprenant seulement des arcs de $\gamma_{r'}$ et $\gamma'_{r'}$; z_0 est intérieur à Γ. La fonction $f_1(z) = f(\zeta)$ est régulière dans $D'_{r,r'}$, donc $F(z) = f(z) f_1(z)$ est régulière dans Γ. On a $|F(z)| < \varepsilon(r) M_D(r')$ sur A et $|F(z)| < [M_D(r')]^2$ sur B, enfin $F(z_0) = [f(z_0)]^2$.

Soit alors $-h(z, z_0)$ la fonction conjuguée de la fonction de Green du domaine Γ admettant z_0 pour pôle. Appliquant à $F(z_0)$ une inégalité de

MM. R. et F. Nevanlinna [1], nous obtenons

$$(2)\qquad \log|F(z_0)| < \frac{1}{2\pi}\left\{\int_A \log|F(z)|\,dh(z, z_0) + \int_B \log|F(z)|\,dh(z, z_0)\right.$$
$$\left. < Q(z_0)\log\left[\frac{M_D(r')}{\varepsilon(r)}\right] + \log[M_D(r')\,\varepsilon(r)]\right\},$$

avec

$$Q(z_0) = \frac{1}{2\pi}\int_B dh(z, z_0).$$

En appliquant à $Q(z_0)$ les propriétés classiques de la fonction de Green et une inégalité de M. Lindelöf [2], on peut montrer qu'à tout nombre positif $\delta > 1$ on peut faire correspondre une valeur $l = k + 1$ et un nombre $m = m(\delta)$

$$\log(m) = \left(2\cot^2\frac{\pi\delta}{6} + 11 + 12\sqrt{2}\right)\log(k+1)$$

tel que $Q(z_0) < \delta$. En prenant alors pour z_0 un point en lequel

$$|f(z_0)| = M_D(r_0),$$

l'inégalité (2) donne

$$(3)\qquad \left[M_D\left(\frac{r}{m(\delta)}\right)\right]^{1+\delta}[\varepsilon(r)]^{1-\delta} > \left[M_D\left(\frac{r}{k+1}\right)\right]^2$$

dont le second membre croît indéfiniment lorsque r tend vers zéro.

Si l'on avait supposé $|f(z)|$ borné dans D dans le voisinage de l'origine, $M_D\left(\frac{r}{m}\right)$ aurait été remplacé par sa borne, et l'on aurait trouvé avec Lindelöf que $f(z)$ tend uniformément vers zéro lorsque z tend vers zéro dans D. Nous avons ainsi complété son théorème [3] de la façon suivante :

Si $f(z)$ tend vers zéro lorsque z tend vers zéro le long de c_1 et c_2 on a les deux possibilités suivantes : 1° $f(z)$ tend uniformément vers zéro lorsque z tend vers zéro dans D ; *2° $\varepsilon(r)$ étant la fonction définie ci-dessus, à chaque nombre δ compris entre zéro et un correspond au nombre $m(\delta)$ tel que*

$$\lim_{r=0} M_D\left(\frac{r}{m}\right)[\varepsilon(r)]^{1-\delta} = +\infty.$$

---

(1) R. et F. Nevanlinna, *Ueber die Eigenschaften analytischer Funktionen in der Umgebung einer singulären Strecke oder Linie* (*Acta soc. sc. Fennicæ*, 50, n° 5, 1922, p. 9).

(2) E. Lindelöf, *Sur un principe général de l'analyse et ses applications à la théorie de la représentation conforme* (*Acta soc. sc. Fennicæ*, 46, n° 4, 1915, p. 15).

(3) E. Lindelöf, *loc. cit.*, p. 9.

Lorsque $f(z)$ est une fonction entière, ce théorème apporte un complément au théorème de M. Carleman concernant la croissance de

$$M_D(r) = \max |f(z)|,$$

dans une région D bornée par deux chemins de détermination nulle lorsque $f(z)$ n'est pas bornée dans D. Son résultat (¹) :

$$\lim \frac{\log[\log M_D(r)]}{\log r} \geq \frac{\pi^2}{2}.$$

était indépendant de l'ordre de $\frac{1}{f}$ sur la frontière de D.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Détermination du déplacement projeté d'un point d'un corps à fibre moyenne.* Note (²) de M. **J. Sudria**, présentée par M. G. Kœnigs.

La théorie de l'action euclidienne de MM. E. et F. Cosserat établit des relations entre les composantes de l'effort extérieur $\vec{\mathcal{E}}$ en un point d'une courbe déformable, d'une part, et les dérivées de la fonction W, densité d'action au point considéré, par unité de longueur de la courbe avant déformation, d'autre part.

Nous avons résumé ces relations dans l'égalité vectorielle

$$\vec{\mathcal{E}} = \text{grad}\, W_V,$$

$\vec{V}$ étant la vitesse avec laquelle la courbe est décrite quand on fait jouer le rôle du temps à l'arc s_0 avant déformation. De même pour le moment $\vec{\mathfrak{M}}$ extérieur de déformation en un point

$$\vec{\mathfrak{M}} = \text{grad}\, W_\Omega.$$

$\vec{\Omega}$ étant, dans les mêmes conditions, la vitesse instantanée du trièdre mobile. Par une inversion analogue à celle par laquelle on établit les équations canoniques de la dynamique, on peut, quand W est une fonction quadratique (cas de la Résistance des matériaux) exprimer W en fonction scalaire de $\vec{\mathcal{E}}$ et $\vec{\mathfrak{M}}$.

(¹) T. Carleman, *Sur les fonctions inverses des fonctions entières d'ordre fini* (*Arkiv for Mat.*, 15, n° 10, 1920, p. 1).

(²) Séance du 23 novembre 1925.

On peut déduire de cette nouvelle fonction les relations

$$\overrightarrow{\delta V} = \text{grad}\, W_{\mathcal{E}},$$
$$\overrightarrow{\delta \Omega} = \text{grad}\, W_{\mathfrak{M}},$$

$\overrightarrow{\delta V}$ et $\overrightarrow{\delta \Omega}$ étant les variations *relatives* de $\overrightarrow{V}$ et $\overrightarrow{\Omega}$ quand on passe d'un point M_0 de la courbe donnée au point correspondant M de la courbe déformée; ces variations sont évaluées par rapport au trièdre mobile.

La variation absolue de $\overrightarrow{V}$ est

$$(1) \qquad \Delta\overrightarrow{V} = \text{grad}\, W_{\mathcal{E}} + \overrightarrow{\theta} \wedge \overrightarrow{V},$$

$\overrightarrow{\theta}$ étant la relation élémentaire par laquelle le trièdre passe de la position M_0 à la position M résultant de la déformation.

D'autre part

$$(2) \qquad \overrightarrow{\delta\Omega} = \frac{D}{Ds_0}\overrightarrow{\theta}.$$

Enfin l'équation (1) peut s'écrire

$$(3) \qquad \frac{D}{Ds_0}\left(\overrightarrow{\Delta M}\right) = \text{grad}\, W_{\mathcal{E}} + \overrightarrow{\theta} \wedge \frac{\overrightarrow{DM}}{Ds_0}.$$

On en déduit, A étant un point déterminé de la courbe, C celui dont on cherche le déplacement et O une origine fixe quelconque,

$$(4) \qquad \overrightarrow{\Delta C} = \overrightarrow{\Delta A} + \int_A^C \text{grad}\, W_{\mathcal{E}}\, ds_0 + \left[\overrightarrow{\theta} \wedge \overrightarrow{OM}\right]_A^C + \int_A^C \overrightarrow{OM} \wedge \text{grad}\, W_{\mathfrak{M}}\, ds_0.$$

C'est la généralisation de la formule de Bresse, comme on le voit, en prenant le point O en C et en traduisant en notations algébriques ordinaires, dans le cas particulier d'un système plan soumis à la flexion.

Formule générale donnant le déplacement projeté d'un point d'un système déformable à fibre moyenne. — Si le système est gauche et repose par des points fixes, ces derniers sont au moins au nombre de trois, soit A_1, A_2, A_3.

On pourra donc écrire :

$$\overrightarrow{\Delta C} = \int_{A_i}^C \left(\text{grad}\, W_{\mathcal{E}} + \overrightarrow{A_i M} \wedge \text{grad}\, W_{\mathfrak{M}}\right) ds_0 + \overrightarrow{\theta_c} \wedge \overrightarrow{A_i C} \qquad (i = 1, 2, 3).$$

En multipliant les deux membres par λ_i et ajoutant les équations analogues,

il vient

$$\Delta C = \sum \frac{\lambda_i}{\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3}\int_{A_2}^{C}\left(\text{grad}\, W_{\mathcal{C}} + \overrightarrow{A_i M} \wedge \text{grad}\, W_{\mathfrak{M}}\right) ds_0 + \vec{\theta}_c \wedge \Sigma\lambda_i \overrightarrow{A_i C}.$$

Enfin $\vec{I}$ étant un vecteur unité porté par la direction donnée, choisissons les λ_i de manière que $\Sigma\lambda_i \overrightarrow{A_i c} = k\vec{I}$; il vient, en projetant sur cette direction,

$$\vec{I} \times \overrightarrow{\Delta c} = \Sigma\mu_i \int_{A_i}^{c}\left(\text{grad}\, W_{\mathcal{C}} + \overrightarrow{A_i M} \wedge \text{grad}\, W_{\mathfrak{M}}\right) ds_0,$$

avec $\mu_i = \dfrac{\lambda_i}{\Sigma\lambda_i}$.

Telle est la formule que nous avions en vue ; elle est débarrassée des inconnues auxiliaires, comme celles, si appréciées, qui ont été données par M. Bertrand de Fontviolant.

Dans le cas d'un système plan, elle se simplifie.

On peut la compléter facilement pour tenir compte, une fois pour toutes, de l'existence de rotules intermédiaires.

Dans tous les cas, on peut déterminer par la Géométrie élémentaire les coefficients μ_i, lesquels se réduisent à deux distincts dans le cas général et à un seul pour le système plan, car $\Sigma\mu_i = 1$.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les conditions d'équilibre d'un nuage stellaire isolé et dépourvu de rotation.* Note de M. **Const. Parvulesco**, présentée par M. H. Andoyer.

Nous dirons qu'un amas est en *équilibre stable* si sa forme, ses dimensions, la loi de la distribution des étoiles $[\rho(r)]$ (en fonction de la distance au centre r, comprise entre 0 et 1), et celle des vitesses, restent invariables par rapport au temps. Cet état étant caractérisé par le fait qu'en dehors de lui, les quatre éléments varient et le système tend vers lui.

1. Un nuage stellaire prend la forme sphérique (*première condition nécessaire*), seule figure d'équilibre d'une masse soumise aux forces intérieures, ainsi qu'à cause des « chocs ».

2. Dans un amas sphérique, la vitesse moyenne (v_m) d'une étoile pendant une période de révolution, est proportionnelle à l'amplitude (a) du mouvement [1], et, en vertu de l'équipartition de l'énergie ($m v_m^2 = $ const.), les

[1] *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 375; *Bull. Astron.*, 2e série, 3, 1923, p. 413.

amplitudes des mouvements des étoiles sont en raison inverse de la racine carrée de leurs masses (m). Si l'amas est constitué par des étoiles de masses différentes, les plus massives oscillent dans la région centrale de l'amas, tandis que les autres s'éloignent d'autant plus que leurs masses sont plus petites. L'amas présente soit une structure stratifiée, soit une tendance vers cette structure (*deuxième condition nécessaire*).

3. Dans un amas à distribution homogène [$\rho(r) = \text{const.}$], le nombre des chocs sur un cercle (N_C) est plus grand que sur une ellipse (N_E) ou dans un mouvement radial (N_R).

Un tel amas est instable, car les mouvements circulaires tendent à se transformer en mouvements radiaux ou elliptiques, d'où une concentration au centre.

Dans les amas à distribution hétérogène, dont les densités seraient représentées par les courbes d'équation (1), de même allure que celles observées dans les amas, et défavorables par leurs écarts pour les conclusions qui vont suivre,

$$\rho(r) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 r^2} \qquad (0 < r < 1), \tag{1}$$

h étant un module de concentration, on a

$$N_E = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{h^2 a^2 (\varepsilon^2 - 1)} \int_{-ha}^{+ha} e^{-\varepsilon^2 z^2} \sqrt{\frac{h^2 a^2 - \varepsilon^2 z^2}{h^2 a^2 - z^2}}\, dz \qquad (\varepsilon \text{ étant l'excentricité de l'ellipse}),$$

$$N_C = \sqrt{\pi}\, ha\, e^{-h^2 a^2}, \qquad N_R = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-ha}^{+ha} e^{-z^2} dz,$$

$$\frac{N_C}{N_R} = \frac{\pi ha\, e^{-h^2 a^2}}{\displaystyle\int_{-ha}^{+ha} e^{-z^2} dz}.$$

Les quatre expressions dépendent uniquement du produit ha et leurs valeurs restent les mêmes, si h et a varient d'une façon inversement proportionnelle. Pour les orbites d'amplitude égale au rayon de l'amas ($a = 1$), $N_c : N_R \geqq 1$ jusqu'à $h \leqq 0{,}809$. Jusqu'à cette concentration donc, tous les mouvements radiaux sont moins gênés, et l'effet est que l'amas imprime à ses étoiles surtout ce genre d'orbites.

Pour les grandes oscillations, cet effet n'est sensible qu'au début de la concentration ($h \leqq 0{,}809$), ensuite ces orbites circulaires sont plus stables, à ce point de vue, que les radiales. Mais pour les petites amplitudes, les orbites radiales sont moins gênées que les circulaires, jusqu'aux concentra-

tions très grandes. Les plus petites amplitudes sont de l'ordre d'un quart du rayon, comme nous l'indiquent les observations.

Pour elles, les mouvements radiaux sont moins gênés que les circulaires ou les elliptiques, donc préférés, jusqu'à $h = 3,236$, concentration 35300 fois plus grande au centre qu'à la périphérie.

Les petites oscillations ont toutes, à cause des chocs, des préférences pour les orbites radiales ou elliptiques très aplaties. Quant aux oscillations de grandes amplitudes, d'autres causes interviennent qui les empêchent de garder les formes circulaires.

Ces transformations produisent des variations dans la loi de la densité, par suite aussi des vitesses, qui cessent quand l'amas imprime à ses étoiles des mouvements radiaux ou elliptiques aplatis. Cette phase est donc une *troisième condition nécessaire* de l'équilibre.

Ces trois conditions ensemble sont suffisantes pour l'état d'équilibre défini plus haut.

4. Le travail (T) des forces intérieures $F_r(X, Y, Z)$, dépend des extrémités de l'arc décrit par une étoile et non pas de sa forme; si la trajectoire est fermée et par des déformations peut se réduire à un point, sans passer par des points où X, Y, Z, sont discontinues ou sans dérivées premières, T est nul, la force dans les amas dérivant d'un potentiel. A cause des chocs, les trajectoires dans les amas ne sont pas fermées. Le travail total ($\mathfrak{T}$) d'un amas est donc différent de zéro pendant les phases qui ne conservent pas la densité. De même, avant que les trois conditions nécessaires soient réalisées. L'état d'équilibre est donc caractérisé par $\mathfrak{T} = 0$, *condition nécessaire* et aussi *suffisante*, s'il n'existe pour les amas qu'une seule phase d'équilibre.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *L'affinité spécifique en fonction des fugacités.* Note (¹) de M. G. VAN LERBERGHE, présentée par M. Le Chatelier.

M. De Donder (²) a introduit, grâce à la chaleur non compensée de Clausius, la notion fondamentale de l'affinité spécifique d'un système.

Nous allons exprimer cette affinité spécifique au moyen des fugacités; nous donnerons, en outre, la valeur *explicite* de ces fugacités.

(¹) Séance du 23 novembre 1925.

(²) On trouvera les renseignements bibliographiques dans sa Note des *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1334.

1. *Affinités partielles.* — Nous utiliserons les mêmes notations que M. De Donder; rappelons d'abord que l'affinité spécifique $\mathcal{A}$ est égale à

$$(1) \qquad \mathcal{A} = -\sum_\gamma \left(\frac{\partial H}{\partial n_\gamma}\right)_{pT} \nu_\gamma = -\sum_\gamma \left(\frac{\partial F}{\partial n_\gamma}\right)_{VT} \nu_\gamma = -\sum_\gamma \left(\frac{\partial \Psi}{\partial n_\gamma}\right)_p \nu_\gamma = \ldots$$

où les n_γ représentent les nombres de moles des c constituants du système ($\gamma = 1, 2, \ldots, c$). On démontre aisément que

$$(2) \qquad \left(\frac{\partial H}{\partial n_\gamma}\right)_{pT} = \left(\frac{\partial F}{\partial n_\gamma}\right)_{VT} = \left(\frac{\partial \Psi}{\partial n_\gamma}\right)_{pS} = \ldots$$

Nous désignerons ces dérivées changées de signe par $\mathcal{A}_\gamma$; d'où

$$(3) \qquad \mathcal{A} = \Sigma_\gamma \nu_\gamma \mathcal{A}_\gamma,$$

et nous appellerons $\mathcal{A}_\gamma$ l'*affinité partielle du constituant* γ.

On déduit de (2), les dérivées partielles de $\mathcal{A}_\gamma$:

$$(4) \qquad \left(\frac{\partial \mathcal{A}_\gamma/T}{\partial p}\right)_{T\xi} = -\frac{\Delta_{pT\gamma}}{T}, \qquad \left(\frac{\partial \mathcal{A}_\gamma/T}{\partial T}\right)_{p\xi} = -\frac{r_{pT\gamma}}{T^2}, \qquad \left(\frac{\partial \mathcal{A}_\gamma/T}{\partial \xi}\right)_{pT} = -\frac{\Sigma_{pT\gamma}}{T},$$

en introduisant les grandeurs physico-chimiques :

$$(5) \qquad \Delta_{pT\gamma} \equiv \left(\frac{\partial V}{\partial n_\gamma}\right)_{pT}, \qquad r_{pT\gamma} \equiv -\left(\frac{\partial \Psi}{\partial n_\gamma}\right)_{pT}, \qquad \Sigma_{pT\gamma} \equiv \left(\frac{\partial \mathcal{A}}{\partial n_\gamma}\right)_{pT}$$

Si ces trois grandeurs sont connues, elles fourniront l'expression suivante de l'affinité partielle $\mathcal{A}_\gamma$:

$$(6) \qquad \frac{\mathcal{A}_\gamma}{T} = -\int_{p^0}^{p} \frac{\Delta_{pT\gamma}(p, T, \xi)}{T} dp - \int_{\xi^0}^{\xi} \frac{\Sigma_{pT\gamma}(p^0, T, \xi)}{T} d\xi - \int_{T^0}^{T} \frac{r_{pT\gamma}(p^0, T, \xi^0)}{T^2} dT + \frac{\mathcal{A}_\gamma(p^0, T^0, \xi^0)}{T^0},$$

où p^0, T^0 et ξ^0 sont des constantes.

2. *Gaz parfaits.* — Dans le cas des gaz parfaits, l'affinité partielle sera désignée par $\mathcal{A}^*_\gamma$; on aura, d'après (6),

$$(7) \qquad \mathcal{A}^*_\gamma = \mathcal{R}T(\ln k^*_\gamma - \ln p^*_\gamma),$$

où $\mathcal{R}$ est la constante molaire des gaz parfaits et où k^*_γ est donné par

$$(8) \qquad \ln k^*_\gamma = \ln p^{*0}_\gamma - \int_{T^0}^{T} \frac{r^*_{pT\gamma}}{\mathcal{R}T^2} dT + \frac{1}{\mathcal{R}T^0} \mathcal{A}^*_\gamma(p^0, T^0, \xi^0);$$

nous désignerons k^*_γ sous le nom de *fonction chimique du constituant* γ; c'est *une*

fonction de T, *qui ne dépend pas des masses initiales du système*. Enfin, p_γ^* qui figure dans (7) est la pression partielle du constituant γ dans le mélange. — Les astérisques servent à rappeler qu'il s'agit de gaz parfaits.

3. *Système quelconque*. — Retournons aux systèmes quelconques (à une phase). En appliquant, au calcul de $\mathcal{A}_\gamma$, la méthode que M. De Donder (¹) a préconisée pour celui de H et de F, nous trouvons

$$(9)\quad \frac{\mathcal{A}_\gamma}{\mathrm{T}} = -\lim_{p_0 \to 0}\left[\int_{p^0}^{p}\frac{\Delta_{p\mathrm{T}\gamma}(p,\mathrm{T},\xi)}{\mathrm{T}}\,dp + \int_{\xi_0}^{\xi}\frac{\Sigma^*_{p\mathrm{T}\gamma}}{\mathrm{T}}\,d\xi + \int_{\mathrm{T}^0}^{\mathrm{T}}\frac{r^*_{p\mathrm{T}\gamma}}{\mathrm{T}^2}\,d\mathrm{T} - \frac{\mathcal{A}^*_\gamma(p^0,\mathrm{T}^0,\xi^0)}{\mathrm{T}^0}\right].$$

Si, maintenant, nous introduisons dans (9), la valeur de $\ln k_\gamma^*$ donnée par (8), et si nous remarquons que

$$(10)\qquad \Sigma^*_{p\mathrm{T}\gamma} = \mathcal{R}\,\mathrm{T}\left(\frac{\nu_\gamma}{n_\gamma} - \frac{\nu}{n}\right),$$

nous obtenons

$$(11)\qquad \frac{\mathcal{A}_\gamma}{\mathrm{T}} = -\lim_{p^0 \to 0}\left[\int_{p^0}^{p}\frac{\Delta_{p\mathrm{T}\gamma}(p,\mathrm{T},\xi)}{\mathrm{T}}\,dp + \mathcal{R}\ln p^0\right] - \mathcal{R}\ln\frac{n_\gamma}{n} + \mathcal{R}\ln k_\gamma^*.$$

Posons

$$(12)\qquad \ln f_\gamma \equiv \lim_{p^0 \to 0}\left[\int_{p_0}^{p}\frac{\Delta_{p\mathrm{T}\gamma}(p,\mathrm{T},\xi)}{\mathcal{R}\mathrm{T}}\,dp + \ln p^0\right] + \ln\frac{n_\gamma}{n},$$

l'affinité partielle du constituant γ prend alors la forme définitive :

$$(13)\qquad \mathcal{A}_\gamma = \mathcal{R}\,\mathrm{T}(\ln k_\gamma^* - \ln f_\gamma).$$

L'affinité partielle $\mathcal{A}_\gamma$ *est ainsi calculable au moyen de la fonction* k_γ^* *des gaz parfaits et de la fonction* f_γ *qui n'est autre que la fugacité du constituant* γ.

On voit que cette fugacité est donnée explicitement par (12); elle s'exprime à l'aide de la dilatation partielle $\Delta_{p\mathrm{T}\gamma}$ relative au constituant γ.

Grâce à $\mathcal{A}_\gamma$ fourni par (13), nous obtenons *l'affinité spécifique* $\mathcal{A}$ *d'un système quelconque*

$$(14)\qquad \mathcal{A} = \mathcal{R}\,\mathrm{T}\ln\frac{\mathrm{K}}{f_1^{\nu_1}\ldots f_c^{\nu_c}}$$

où

$$(15)\qquad \mathrm{K} \equiv k_1^{*\nu_1}\ldots k_c^{*\nu_c}.$$

(¹) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1922.

MAGNÉTISME. — *Sur quelques rapports entre les ferronickels artificiels et un fer nickelé d'origine météorique.* Note de M. **Marcel Peschard**, présentée par M. A. Cotton.

Au cours des recherches magnétiques sur les ferronickels que j'ai communiquées à l'Académie, j'ai été amené à étudier la météorite Chinautla (1902). La teneur en nickel est 9,05 pour 100, les impuretés sont en quantité inférieure à 1 pour 100. Elles sont formées d'amas localisés de schreibersite et de sulfure de fer. Au microscope, après attaque d'une section polie par NO^3H étendu, on voit une forte ségrégation en camacite et taenite.

1° *Transformations et composition de la camacite.* — Par un échauffement suivi d'un refroidissement on obtient un cycle irréversible d'aimantation tout à fait analogue à ceux que j'ai décrits dans une Note précédente. Les températures respectives où disparaît l'aimantation à l'échauffement, où elle réapparaît au refroidissement caractérisent la camacite.

En portant ces températures sur le diagramme magnétique on obtient pour abscisse la composition de la camacite : de 6,9 à 7,0 pour 100 de nickel.

2° *Transformations et composition de la taenite.* — Dans l'état naturel, la saturation de la météorite à la température ordinaire a pour valeur $\sigma = 213,4$ C. G. S. Après description d'un cycle thermique relativement rapide, et bien que la camacite soit intégralement revenue dans son état initial, la saturation est seulement 210,1 C. G. S. La différence $\Delta\sigma = 3,3$ doit être attribuée à la taenite : cette phase est donc identique à un ferronickel irréversible riche en nickel dont le point de commencement de transformation $\gamma \rightarrow \beta$ est inférieur à la température ordinaire.

Après refroidissement dans la neige carbonique, on obtient $\sigma_1 = 211,2$; après refroidissement dans l'air liquide, on retrouve $\sigma_2 = 213,4$. Or, la taenite possède évidemment la même composition que le ferronickel artificiel capable de se transformer dans les mêmes conditions. Cet alliage contient 32,8 *pour* 100 *de nickel* à 0,2 pour 100 près. Nous avons ainsi avec une bonne précision le titre de la taenite, très difficile à déterminer autrement.

3° *Effets des traitements thermiques.* — Par un recuit de 15 heures

à 1000° C., suivi d'un refroidissement en 40 minutes, l'aimantation à saturation a pris la valeur 223,9 C. G. S., très voisine de celle qui correspond à l'alliage artificiel de même composition (224,1).

Or la météorite ainsi amenée à l'état artificiel peut reprendre son état initial. Il suffit de la chauffer à nouveau à 1000° C. et de lui faire subir un refroidissement de longue durée (21 jours); on retrouve alors l'aimantation initiale : 210,3.

Ceci indique que les météorites sont en équilibre physico-chimique tandis que nos ferronickels artificiels sont dans un état métastable.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'absorption des rayons β par la matière.* Note de Mme **J.-S. Lattès** et M. **Georges Fournier**, présentée par M. Jean Perrin.

1. L'un de nous [1] a fait une étude complète, par voie d'absorption, du rayonnement β secondaire produit par les rayons γ primaires du radium. Ces rayons β secondaires, prenant naissance dans des radiateurs variés, étaient analysés par différents filtres. La technique par laquelle on a pu séparer les effets de *radiateur* et d'*analyseur* des écrans sera indiquée ultérieurement en détail dans un travail d'ensemble. Une première série d'expériences, effectuées avec des filtres invariablement en aluminium a montré que, *pour une forte proportion* des rayons β secondaires produits dans un radiateur, *la qualité de ces rayons est indépendante de la nature du radiateur.*

Dans une deuxième série d'expériences, on a fait varier la nature des filtres analyseurs en même temps que celle du radiateur. On a donc obtenu les valeurs du coefficient massique d'absorption $\frac{\mu'}{\rho}$ de ce rayonnement β secondaire de *nature constante*, produit et absorbé dans les substances suivantes : C, Al, Ag, Pt, Au, Pb.

2. Il était intéressant de voir si ce coefficient d'absorption variait avec le numéro atomique N de l'absorbant suivant la loi linéaire :

$$\frac{\mu}{\rho} = a + bN \tag{I}$$

mise en évidence par l'un de nous [2] à l'aide des rayons β primaires du radium E. *La vérification s'est montrée excellente :*

---

[1] J. S. Lattès, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1023 et 1040.

[2] Georges Fournier, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 284 et 1490.

Les coefficients d'absorption du rayonnement β secondaire dans les six corps simples étudiés satisfont à la relation

$$\frac{\mu'}{\rho} = 5,73 + 0,0547\,\mathrm{N} \qquad \text{(II)}$$

d'une façon très rigoureuse, comme le montre le tableau suivant :

		$\frac{\mu'}{\rho}$ observé.	$\frac{\mu'}{\rho}$ calculé par la formule (II).
Carbone	6	6,0	6,06
Aluminium	13	6,4	6,44
Argent	47	8,3	8,30
Platine	78	10,0	10,00
Or	79	10,1	10,05
Plomb	82	10,3	10,22

3. Comme on le voit, les rayons β secondaires dont il est question ici sont très pénétrants. Or la loi linéaire (I) a été établie pour les rayons β primaires du radium E, qui sont beaucoup plus absorbables : elle est donc valable dans d'assez larges limites. Voici, d'ailleurs, les valeurs des coefficients a et b de la formule (I), et de leur rapport, dans les trois cas étudiés jusqu'ici :

Provenance des rayons β.	a.	b.	$\frac{a}{b}$.
Groupe absorbable du radium E	65	0,615	105,7
Groupe pénétrant du radium E	15	0,142	105,6
Groupe secondaire pénétrant	5,73	0,0547	104,8

On voit que le rapport $\frac{a}{b}$ est constant, ce qui confirme que la qualité des rayons β entre, comme nous l'avions indiqué (G. F., *loc. cit.*), en facteur dans l'expression du coefficient massique d'absorption.

Nous rappelons que tous les coefficients d'absorption indiqués plus haut s'appliquent, non à des rayons β de vitesse déterminée, mais à des bandes dont le potentiel d'émission varie dans d'assez larges limites. Il convient donc de représenter le coefficient massique d'absorption de ces rayons par la formule générale

$$\frac{\mu}{\rho} = (a + b\mathrm{N}) \times f(\mathrm{V}), \qquad \text{(III)}$$

où V représente soit un potentiel d'émission moyen convenablement défini, soit, peut-être, le potentiel de la tête de bande. Bornons-nous à indiquer ici cette relation, sans expliciter la fonction $f(\mathrm{V})$.

RADIOACTIVITÉ. — *La structure du noyau des atomes radioactifs et l'émission des spectres de rayons* γ. Note [1] de M. **Jean Thibaud**, présentée par M. M. de Broglie.

1. Quand un corpuscule chargé, tel qu'une particule α, s'approche à une distance très faible d'un noyau atomique (ordre de 10^{-12} cm du centre de ce dernier pour les éléments lourds) la loi de force entre la particule et le noyau cesse d'être coulombienne. Cette perturbation du champ électrique au voisinage du noyau peut s'expliquer, sans mettre en cause la validité de la loi de Coulomb pour deux charges *ponctuelles* très voisines, comme le résultat de la proximité dans l'architecture nucléaire de nombreuses charges de signes contraires, électrons, protons et α. Nous sommes dans l'ignorance de la loi de force qui intervient alors, cependant divers auteurs ont, pour des motifs différents, supposé un *changement du signe* de la force qui, de répulsive entre noyau positivement chargé et particule positive, aux grandes distances, deviendrait attractive lorsque la distance décroîtrait, après s'être annulée pour une valeur b du rayon; on arrive d'ailleurs à un résultat similaire par le calcul (H. Petterson). Nous supposerons, comme hypothèse de base, qu'un noyau radioactif est ainsi construit : *a.* une partie centrale très condensée, de charge totale Ne positive, donnant naissance dans son voisinage à une force que nous supposerons, pour simplifier, centrale et de la forme $F = \frac{Ne^2}{r^2}\left(1 - \frac{b^{a-2}}{r^{a-2}}\right)$, r étant le rayon compté à partir du centre du noyau; *b.* certains éléments positifs du noyau peuvent graviter, en satellites, au voisinage du centre nucléaire et dans le champ précédent. Le calcul montre que les seules orbites périodiques possibles sont des *cercles* et que ces trajectoires sont instables (cause de désintégration). On peut, selon le postulatum fondamental des quanta, sélectionner parmi ces orbites circulaires celles qui donnent des valeurs entières au moment de la quantité de mouvement du corpuscule. On suppose donc l'existence, dans le noyau, d'orbites quantisées à particules positives, d'une manière symétrique des couches électroniques de Bohr dans les régions atomiques plus externes.

2. Il paraît établi que les lignes observées dans les spectres gamma obéissent à des règles de quanta. Supposons que chaque quantum de radia-

---

[1] Séance du 16 novembre 1925.

tion γ soit émis *lors du passage d'un corpuscule positif* de l'une des orbites nucléaires quantisées à une autre d'énergie supérieure. A l'aide de la loi de force adoptée et de constantes appropriées, il sera possible de calculer les fréquences émises par un tel système et de les comparer aux lignes spectrales γ observées. Pour $a = 3$, on trouve ainsi pour rayon et pour énergie de la $n^{\text{ième}}$ orbite quantique :

$$r_n = b\left(1 - \frac{n^2}{n_0^2}\right), \qquad W_n = \frac{RhN^2}{n_0^2 - n^2}$$

avec

$$n_0^2 = \frac{4\pi^2 m N e^2 b}{h^2} \qquad \text{et} \qquad R = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3},$$

la fréquence γ émise par le passage de la $n^{\text{ième}}$ à la $m^{\text{ième}}$ orbite sera

$$\nu = RN^2\left[\frac{1}{n_0^2 - m^2} - \frac{1}{n_0^2 - n^2}\right].$$

Avec une loi $a = 4$, et au moins pour les petites valeurs du nombre quantique n :

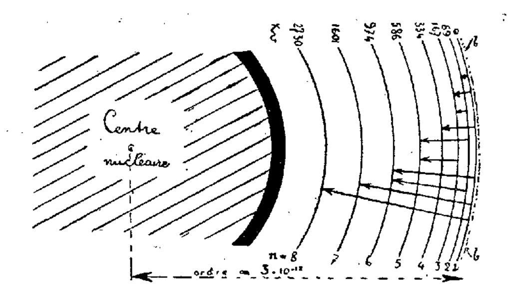
$$r_n = b\left(1 - \frac{n^2}{n_0'^2}\right), \qquad W_n = \frac{8}{3}\frac{RhN^2}{n_0'^2 - n^2} \qquad \text{et} \qquad n_0'^2 = 2n_0.$$

3. Le calcul numérique a été fait, dans le cas $a = 3$, pour le spectre γ du mésothorium 2 en adoptant pour le noyau : $N = 100$, $b = 3{,}29 \cdot 10^{-12}$ cm et en supposant que la particule émettrice soit un *proton* :

Nombre quantique n	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Énergie de l'orbite (kilovolts)...	2184	2243	2351	2518	2770	3158	3785	4915
Différences $W_n - W_1$ (*calculées*).		59	167	334	586	974	1601	2730
Différences *observées* dans le spectre γ du mésothorium 2.		58	184	318	522	972	1635	2690

La concordance entre les énergies observées et calculées est très satisfaisante : la théorie simple de Bohr ne donne pas un meilleur accord pour la prévision des spectres d'émission des atomes *lourds*. Ici aussi c'est, en toute rigueur, le problème des n corps qu'il faudrait résoudre, compliqué dans notre cas par la présence de charges de signes différents. La figure reproduit la disposition des orbites quantiques à particules positives dans le noyau et le schéma des lignes γ : on rend compte ainsi de toutes les radiations γ observées, tant par Black que par moi de 58 à 2690 kilovolts. Les deux seules constantes arbitraires N et b intervenant dans le calcul concordent avec les valeurs fournies pour la charge et le diamètre d'un noyau lourd

par l'étude des déviations de particules α (Chadwick, Bieler). Notons que l'accord numérique serait moins bon en utilisant la loi $a = 4$ ou en supposant que la particule gravitant soit un α.



4. Pour appliquer des considérations semblables aux autres schémas de niveaux nucléaires qui ont été donnés (Ra B, Ra C) il faut supposer l'existence de *structures fines* et grouper plusieurs niveaux voisins sous un même nombre quantique n. On peut calculer ainsi une distribution de niveaux tout à fait semblable à celle du mésothorium.

Cette théorie permet en outre le calcul de l'énergie acquise, de b à ∞, soit par un α, soit par un proton de désintégration artificielle, expulsés hors d'un noyau.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Thermochimie du glucinium.* Note de M. C. **Matignon** et Mlle G. **Marchal**.

La physionomie chimique d'un métal peut être définie avec une certaine précision par la connaissance des chaleurs de formation de ses principaux composés. Cette connaissance permet en effet de déterminer l'effet thermique des réactions et d'étudier *a priori*, la statique de ses réactions, statique qui, comme on le sait, a comme base essentielle l'énergie thermique.

Nous avons été conduits à compléter les données thermiques du glucinium et de ses composés, dans le but d'avoir à notre disposition des idées directrices pour l'étude méthodique du métal et de ses dérivés.

Récemment MM. Copeaux et Ch. Philipps (1) ont déterminé la chaleur de formation de la glucine par dissolutions successives du métal et de l'oxyde dans une solution fluorhydrique à 30 pour 100, ils ont obtenu $151^{cal},5$.

Mielenz et Wartenberg (2) ont indiqué $135^{cal},9$ et $112^{cal},6$ pour les chaleurs de formation de la glucine et du chlorure anhydre. Le dernier nombre est déterminé avec la plus grande précision.

(1) *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 579.
(2) *Zeit. an. Chem.*, **116**, 1921, p. 267.

Nous nous contentons de donner ici les résultats de nos recherches, nous proposant de les exposer en détail et d'en tirer toutes les conséquences dans un mémoire détaillé.

Chaleurs de dissolution de la glucine. — Les équations thermiques suivantes traduisent nos résultats

$$GlO_{sol.} + 2HFl_{diss.} = GlFl^2_{diss.} + H^2O + 23^{cal},3 \text{ à } 17^{\circ}.$$

La glucine est la forme stable obtenue par calcination prolongée vers 1000° et la solution fluorhydrique est à 30 pour 100.

$$Gl(OH)^2_{sol.} + 2HFl_{diss.} = GlFl^2_{diss.} + 2H^2O + 20^{cal},35$$
$$GlO_{sol.} + H^2O_{liq.} = Gl(OH)^2_{sol.} + 2^{cal},95,$$
$$Gl(OH)^2_{sol.} + 2HCl_{diss.} = GlCl^2_{diss.} + H^2O + 13^{cal},65.$$

Chaleurs de dissolution des sulfates de glucinium. — Le sulfate anhydre ne se dissolvant que très lentement dans l'eau, a été traité par une solution de soude concentrée contenant $111^g,85$ de NaOH par litre, on a obtenu avec les différents sulfates :

$$SO^4Gl.4H^2O_{sol.} + Aq = SO^4Gl_{diss.} + 1^{cal},5,$$
$$SO^4Gl.2H^2O_{sol.} + Aq = SO^4Gl_{diss.} + 8^{cal},0;$$
$$SO^4Gl_{sol.} + n\,NaOH_{diss.} = SO^4Na^2_{diss.} + GlO_{diss.} + H^2O + (n-2)NaOH + 34^{cal},5,$$
$$SO^4Gl.4H^2O_{sol.} + n\,NaOH_{diss.} = SO^4Na^2_{diss.} + GlO_{diss.} + (n-2)NaOH + 5H^2O + 17^{cal},5.$$

De ces données expérimentales, on déduit :

$$SO^4Gl_{sol.} + 4H^2O_{liq} = SO^4Gl4H^2O_{sol.} + 17^{cal},0,$$
$$SO^4Gl_{sol.} + Aq = SO^4Gl_{diss.} + 18^{cal},5,$$
$$SO^4Gl_{sol.} + 2H^2O = SO^4Gl.2H^2O_{sol.} + 10^{cal},45,$$

et

$$SO^3_{gaz} + GlO = SO^4Gl + 50^{cal},1,$$

en tenant compte de la réaction suivante :

$$Gl(OH)^2_{sol.} + SO^4H^2 = SO^4Gl_{diss.} + 2H^2O + 19^{cal},4.$$

Relation entre les chaleurs de formation de la glucine a et du chlorure de glucinium dissous b. — En appliquant le principe de l'équivalence, on trouve à l'aide des chiffres précédents entre a et b la relation

$$b = a + 26^{cal},3.$$

Nous avons obtenu la même relation en suivant une autre voie; pour cela, nous avons effectué une double décomposition entre le chlorure de baryum et la solution de sulfate de glucinium

$$SO^4Gl_{diss.} + BaCl^2_{diss.} = SO^4Ba_{préc.} + GlCl^2_{diss.} + 6^{cal},97.$$

Cette nouvelle donnée permet d'obtenir la relation nouvelle

$$b = a + 26^{cal},37.$$

La concordance entre les deux valeurs de $b - a$, valeurs obtenues en mettant en œuvre des réactions entièrement différentes, renseigne sur la précision de nos mesures.

Chaleur de dissolution du chlorure de glucinium anhydre. — Nous avons rencontré de grandes difficultés pour déterminer cette chaleur; à l'aide de certains artifices, nous avons obtenu finalement un nombre très précis : $51^{cal},1$.

Données thermiques concernant le glucinium. — Si nous admettons comme la plus exacte la chaleur de formation du chlorure anhydre $112^{cal},6$ obtenue par Mielenz et Wartenberg, nous pouvons maintenant établir le tableau suivant qui résume les données thermiques concernant le glucinium et ses composés.

Chaleurs de formation.

	cal		cal
$GlO_{sol.}$	137,4	$GlCl^2_{diss.}$	163,7
$Gl(OH)^2_{sol.}$	209,3	$SO^4Gl_{sol.}$	276,9
$GlF^2_{diss.}$	191,7	$SO^4Gl_{diss.}$	295,4
$GlCl^2_{sol.}$	112,6	$(NO^3)^2Gl_{diss.}$	295,4

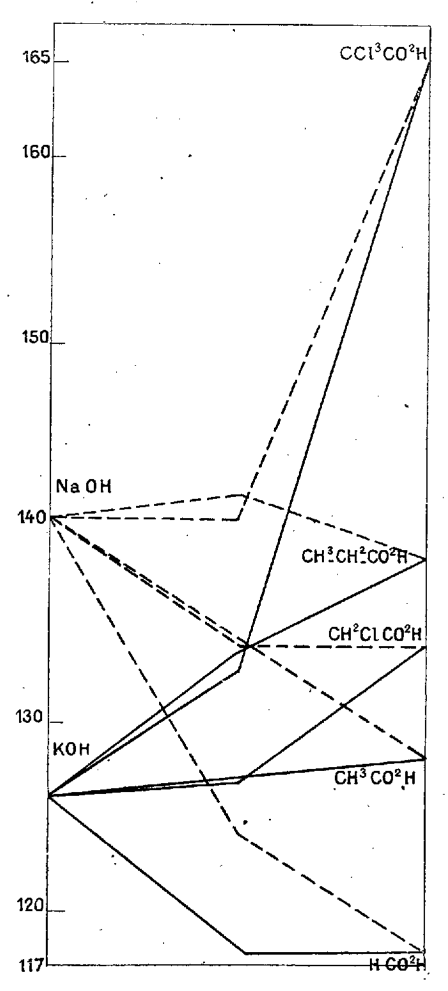
Chaleurs de neutralisation de la glucine hydratée $Gl(HO)^2$.

	cal		cal
$SO^4H^2_{diss.}$	16,5	$2HF_{diss.}$	19,7
$2HCl_{diss.}$	13,65	$2NO^3H_{diss.}$	13,8

Parmi les nombreuses conséquences qui se déduisent de la discussion des valeurs précédentes et qui seront exposées ailleurs, se dégage un fait fondamental : une analogie très étroite entre les propriétés chimiques du glucinium et de l'aluminium quoique les deux métaux possèdent des valences différentes et n'appartiennent pas à une même famille naturelle dans la classification de Mendéléeff.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Viscosité et analogie chimique à propos de la viscosité des acétates métalliques en solution aqueuse.* Note ([1]) de M. **Louis-Jacques Simon.**

L'étude de la neutralisation viscosimétrique, dont j'ai indiqué antérieurement ([2]) la technique et les résultats en ce qui concerne quelques acides



minéraux, a été étendue à l'acide acétique et à quelques monoacides organiques voisins : mono et trichloracétique, formique et propionique auxquels

([1]) Séance du 23 novembre 1925.
([2]) *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 437-440; **178**, 1924, p. 1076-1079 et 1606-1609; **79**, 1924, p. 822-825, et **180**, 1925, p. 1169-1171.

ont été opposées la potasse et la soude. Alcalis et acides ont été employés avec le titre $\theta = 1$: une molécule-gramme par litre. Les résultats pour la température de 15° sont représentés dans le diagramme suivant; les valeurs numériques représentent la viscosité absolue multipliée par 10^4.

En outre on a déterminé pour la température de 15° et pour les concentrations $\theta = 1$, $\theta = 0,5$ et $\theta = 0,25$ la viscosité de quelques acétates et du monochloracétate de sodium :

	$\theta = 1.$	$\theta = 0,5.$	$\theta = 0,25.$
CH^3CO^2K	141,9	127,2	120,2
$CH^3-CO^2(NH^4)$	141,6	127,8	120,0
CH^3-CO^2Na	159,6	134,3	124,2
CH^2Cl-CO^2Na	158,6	133,7	123,7
CH^3-CO^2Li	169,7	138,5	129,8
$(CH^3-CO^2)^2Ba$	242,6	164,2	136,9
$(CH^3-CO^2)^2Sr$	256,7	168,8	138,0
$(CH^3-CH^2)^2Ca$	256,9	168,3	138,2

Conclusions. — 1° L'observation du diagramme révèle pour l'acide acétique une curieuse singularité : tous les points figuratifs relatifs à un mélange de cet acide avec l'alcali se placent sur une droite : aucune discontinuité n'apparaît; la formation du sel est masquée. Il en est de même avec la soude et la potasse. La viscosité de l'acétate de titre 0,5 est donc égale à la demi-somme des viscosités de l'acide et de la base de titre 1; limitons-nous à cette conclusion pour le moment.

2° Avec l'acide propionique le phénomène se reproduit mais atténué : la viscosité des sels alcalins de titre 0,5 est très légèrement supérieure à la demi-somme des viscosités de l'acide et de la base de titre 1. Avec les acides chlorés et l'acide formique on retrouve la discontinuité observée avec les monoacides minéraux : le diagramme se compose de deux droites se coupant nettement sur l'ordonnée médiane correspondant au sel alcalin sans excès d'acide ni d'alcali.

3° La viscosité de l'acide monochloracétique est notablement supérieure à celle de l'acide acétique, 134 au lieu de 128, mais les sels manifestent une similitude bien en rapport avec ce qu'on pouvait espérer.

Le tableau montre que cette similitude se conserve à toute concentration; l'expérience a montré qu'un mélange d'acétate et monochloracétate de même titre se comporte additivement : c'est-à-dire que sa viscosité se place dans le faible intervalle qui sépare celles de ses constituants.

4° La viscosité de l'acide trichloracétique 165,5 est remarquablement élevée si on la compare à celle de tous les acides examinés à la même con-

centration ; les sels alcalins se rapprochent de ceux de l'acide propionique.

5° Enfin si l'on examine le tableau on voit que les acétates de potassium et d'ammonium se comportent d'une manière analogue et que le sel de sodium s'en écarte pour se rapprocher des alcalino-terreux ; il faut bien entendu effectuer cette dernière comparaison en rapprochant les nombres de la première colonne pour les métaux alcalins de ceux de la seconde pour les alcalino-terreux. Avec cette précaution, l'analogie du lithium avec le calcium et le strontium, si souvent révélée par la conduite chimique, est nettement d'accord avec la viscosité. La comparaison de la deuxième colonne pour les alcalins avec la troisième colonne pour les alcalino-terreux est d'accord avec la précédente.

Les analogies constatées pour la viscosité des acétates en solution aqueuse en accord avec les analogies chimiques les plus généralement acceptées pour les métaux, demandent à être confirmées dans le cas d'autres acides. Des expériences en cours nous ont déjà permis de vérifier qu'elles se retrouvent dans le cas des nitrates.

La viscosité en solution aqueuse paraît donc être un moyen précieux de révéler ou de confirmer les analogies chimiques comprenant comme cas particulier l'isomorphisme.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Le bore dans l'aluminium et les alliages d'aluminium.* Note de M. **Paul Hænni**, présentée par M. Léon Guillet.

Les alliages légers au bore n'ayant encore fait l'objet d'aucune recherche, je me suis proposé d'étudier l'influence d'une addition de cet élément à l'aluminium et à quelques alliages légers industriels.

J'ai d'abord entrepris la préparation d'un alliage initial Al-Bo, à teneur suffisamment élevée en bore pour me permettre d'obtenir les alliages définitifs ; j'ai essayé ainsi huit modes différents d'élaboration et je me suis arrêté à la méthode de Binet du Jassonneix légèrement modifiée : l'aluminium est maintenu en fusion pendant 4 heures à 1400° dans un creuset brasqué de bore ; l'oxydation est ainsi évitée même sans courant gazeux ; l'aluminium, contenant du borure AlB^2 sous forme de longues aiguilles, peut s'enrichir jusqu'à 18 pour 100 de bore par trois mises en réaction successives ; les alliages définitifs ont été coulés en coquille chaude.

Diagramme aluminium-bore. — J'ai déterminé la partie du diagramme Al-B voisine de Al pur ; j'ai trouvé un liquidus s'abaissant de façon très

continue jusqu'à 620° pour l'alliage à 8,5 pour 100 de bore; un palier eutectique a été nettement mis en évidence à 565°, à partir de 1,7 pour 100 de bore jusqu'à 8,5 pour 100; aucune transformation n'a pu être décelée dans le solide. Les essais micrographiques confirment ces résultats.

Composition des alliages.							Température de coulée.	Propriétés mécaniques.			
Al.	Cu.	Si.	Zn.	Fe.	Ni.	Bo.		Δ. $\frac{10^{mm}}{500^{kg}}$.	R. $\frac{kg}{mm^2}$.	I. $\frac{kg}{mm^2}$.	A %.
97,0	//	//	//	//	//	2,51	750°-780°	//	13,2	9,8	20,2
95,5	//	//	//	//	//	4,0	750-700	43	14,7	7,1	15,0
91,5	8,0	//	//	//	//	0	675-700	60	12,0	//	0,7
91,1	8,0	//	//	//	//	0,3	675-700	72	17,0	//	0,8
87,5	12,0	//	//	//	//	0	675-700	66	13,0	13,0	0,8
87,0	12,0	//	//	//	//	0,43	675-700	87	17,6	17,0	//
Diff.	//	7,5	//	//	//	0	700-730	31	9,3	7,8	22,0 (1)
»	//	7,5	//	//	//	0,4	700-730	57	16,8	13,0	1,8 (1)
»	//	13,0	//	//	//	0	700-730	50	15,6	12,6	2,2 (1)
»	//	13,0	//	//	//	0,7	700-730	72	19,5	13,9	1,7 (1)
»	//	13,0	//	//	//	0	700-730	60	20,0	11,0	8,0 (2)
»	//	13,0	//	//	//	0,3	700-730	77	22,2	18,0	1,6 (2)
Diff.	//	//	5	//	//	0	660-680	57	7,9	4,2	8,8
»	//	//	5	//	//	0,2	660-680	44	11,6	6,4	//
»	//	//	10	//	//	0	660-680	42	9,3	6,5	2,5
»	//	//	10	//	//	1,1	660-680	51	13,9	//	1,4
»	//	//	20	//	//	0	660-680	60	18,4	17,5	1,0
»	//	//	20	//	//	1,4	660-680	64	22,4	18,2	3,5
Diff.	2	//	10	//	//	0,2	660-680	33	20,0	14,0	3,5
»	//	//	10	4	//	0,6	660-680	44	11,7	8,0	3,7
»	8	//	//	2,5	//	0,4	660-680	74	16,0	11,0	2,5
»	4	//	//	//	2	1,0	660-680	57	15,1	8,5	1,8

Propriétés mécaniques des alliages légers au bore. — J'ai effectué des essais de traction et dureté :

1° Sur sept alliages aluminium-bore contenant entre 0 et 4 pour 100 de bore;

2° Sur douze alliages Al-Cu-B contenant 4,8 et 12 pour 100 de cuivre, et de 0 à 8 pour 100 de bore;

3° Sur vingt alliages Al-Si-B renfermant 2,5, 5, 7,5 et 13 pour 100 de silicium, et de 0 à 1,6 pour 100 de bore;

(1) Sans affinage au sodium.

(2) Avec affinage au sodium.

4° Sur six alliages Al-Zn-B à 5, 10 et 20 pour 100 de zinc et contenant de 0 à 1,4 pour 100 de bore;

5° Sur quatre alliages complexes Al-Zn 10-Cu 2-B 0,2; Al-Zn 10-Fe 4-B 0,6; Al-Cu 8-Fe 2,5-B 0,4; Al-Cu 4-Ni-2 B 1.

On peut dire, d'une façon générale, que le bore améliore toujours la charge de rupture et la dureté, tandis que les allongements diminuent. Ceci était à prévoir, étant donnée la constitution de ces alliages. Les résultats les plus caractéristiques sur alliages coulés sont donnés dans le tableau ci-dessus.

Enfin l'addition de bore aux alliages aluminium-silicium, type alpax, semble produire un affinage, à la manière du sodium et des fluorures alcalins.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons complexes des chlorures de ruthénium.* Note de M. **Raymond Charonnat**, présentée par M. A. Béhal.

Pour expliquer l'isomérie anormale des deux chlororuthénites de potassium décrits, M. S. H. Clifford Briggs (¹) vient de supposer que le nombre de coordination du ruthénium dans ces combinaisons est supérieur à 6, égal à 7 peut-être, à 8 plus probablement. Dans une Note publiée (²) quelques semaines auparavant dans ce Recueil j'avais montré que le ruthénium n'ayant pas la même valence dans les deux corps, leur isomérie n'est qu'apparente, les formules étant $[Ru^{IV}Cl^5(OH)]K^2$ pour le sel brun de Miolatti et $[Ru^{III}Cl^5(OH^2)]K^2$ pour le sel rouge de Lewis Howe.

De nouvelles observations me permettent d'affirmer que le ruthénium trivalent est bien hexacoordonné dans ses chlorosels. J'ai réussi à préparer l'hexachlororuthénite tripotassique $[RuCl^6]K^3$ en saturant de gaz chlorhydrique une solution au $\frac{1}{10}$, refroidie, de sel de Howe $[RuCl^5(OH^2)]K^2$; le précipité cristallin qui apparaît est constitué par des lamelles moins rouges que l'aquosel, orthorhombiques, avec une molécule d'eau de cristallisation comme les hexachloroiridites et hexachlororhodites de potassium $[MCl^6]K^3$, H^2O; il perd son eau à 120°, l'aquosel primitif la perdait entre 140 et 180°; les dernières portions du sel précipité sont souillées de chlorure de potassium.

L'aquopentachlororuthénite d'ammonium donne de la même façon l'hexachlororuthénite $[RuCl^6](NH^4)^3$, H^2O.

(¹) S.-H. Clifford Briggs, *J. Chem, Soc.*, 127, 1925, p. 1042.

(²) R. Charonnat, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1271.

Tandis que les chlorosels potassiques de l'iridium et du rhodium trivalents peuvent exister sous les formes hexachlorosel tripotassique et aquopentachlorosel dipotassique, les sels sodiques ne sont connus que sous la forme hexachlorosel $[MCl^6] Na^3$, aq. Aucun chlororuthénite de sodium n'avait été décrit. Par la méthode qui a fourni à Lewis Howe les aquopentachlororuthénites de K, Am, Rb, Cs (réduction par ébullition prolongée avec de l'alcool d'une solution acide, étendue, de chlorure de ruthénium brun, puis addition de chlorure alcalin) j'ai obtenu l'hexachlororuthénite trisodique seul. La préparation de ce sel est plus délicate que celle des composés analogues : il est très soluble, cristallise difficilement et la présence d'une trace d'acide fait cristalliser séparément le chlorure de sodium du complexe. J'ai pu obtenir de gros cristaux ressemblant à s'y méprendre au chlororhodite de sodium [1]. Les deux sels sont de couleur rouge foncée, rhomboédriques, cristallisent avec 12^{mol} d'eau, fondent dans leur eau de cristallisation qu'ils perdent complètement à 130°; ils s'effleurissent à l'air, le chlororuthénite moins vite que le chlororhodite, mais très rapidement à la température de la main. Le chloroiridite et le chlorothallate de sodium ont aussi la même formule, $[MCl^6]Na^3, 12H^2O$, et des propriétés analogues.

Le ruthénium présente ainsi cinq chlorosels :

$$[RuCl^5(OH^2)]K^2, \quad [RuCl^5(OH^2)](NH^4)^2,$$
$$[RuCl^6]K^3, H^2O, \quad [RuCl^6](NH^4)^3, H^2O, \quad [RuCl^6]Na^3, 12H^2O$$

dont l'analogie est frappante avec les sels correspondants d'iridium et de rhodium où l'hexacoordination de l'atome central ne laisse plus de doute.

Si, dans la préparation de Lewis Howe, après réduction de la solution brune du chlorure de ruthénium en une solution rouge, on concentre sans ajouter de chlorure alcalin on obtient, après un séjour suffisant dans le vide, au-dessus d'acide sulfurique et de chaux vive pour enlever l'excès d'acide et d'eau, des aiguilles rouge foncé très déliquescentes. Elles correspondent à un acide chlororuthéneux $RuCl^3$, ClH, $2H^2O$, comparable aux acides chloroferrique, chloraurique, chlorothallique : MCl^3, ClH, aq. Cet acide doit être formulé $[RuCl^4(OH^2)^2]H$ plutôt que $[RuCl^4]H, 2H^2O$, car aucun chlororuthénite de ce dernier type n'a été isolé jusqu'ici; il est différent des combinaisons signalées par Joly où le ruthénium n'est pas exclusivement à l'état de trichlorure [2].

---

(1) J'ai toujours expérimenté sur du ruthénium séparé par distillation de son tétroxyde, par suite exempt de rhodium.

(2) A. Joly, *Encycl. chim.*, 3, 17e cahier, fasc. 1, 1900, p. 152 et 242.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Application du phénomène de teinture à la revivification de textes lavés.* Note de MM. **R. Mellet** et **M.-A. Bischoff.**

On sait que certaines matières colorantes se fixent plus facilement sur l'oxycellulose que sur la cellulose, tandis que d'autres colorants se fixent au contraire plus facilement sur la cellulose non oxydée. L'un de nous (Mellet) a eu l'idée d'appliquer cette différence d'adsorption à la revivification de textes lavés, en se basant sur l'observation suivante :

Le lavage chimique d'un texte écrit à l'encre est le plus souvent effectué au moyen de solutions oxydantes, dont l'action est complétée généralement par un ou plusieurs lavages aux acides. La disparition du texte écrit à l'encre est progressive; souvent même elle n'est complète qu'après le second traitement (lavage par une solution acide). La surface du papier semble donc devoir être protégée momentanément contre l'action de l'oxydant par les traits d'encre et il doit y avoir, après lavage, une différence d'oxydation superficielle entre les régions du papier qui n'étaient pas protégées et celles qui étaient protégées par le texte.

Dans le but de faire apparaître cette différence d'oxydation superficielle, et par suite de revivifier si possible le texte lavé, nous avons donc essayé de teindre, au moyen d'une série de colorants organiques de constitutions diverses, des bandes de papier ayant porté des traits d'encre, lavés jusqu'à disparition complète.

Nous n'avons d'abord obtenu aucun résultat. En examinant à la lumière ordinaire les échantillons traités, la matière colorante paraissait s'être fixée uniformément sur toute la surface du papier. Un examen plus minutieux nous a permis de nous rendre compte de la cause de cet insuccès : la différence de teinte, s'il y en a une, ne peut pas être visible; elle doit être masquée par une adsorption beaucoup plus intense du colorant par la charge minérale du papier.

En examinant par contre à la lumière de Wood (rayons ultraviolets filtrés) les échantillons qui avaient été teints par des matières colorantes fluorescentes (éosine par exemple), les traits lavés apparurent très nettement en sombre sur fond lumineux.

Le procédé fut alors appliqué à un cas plus rapproché de la pratique, soit à des chèques, dont le texte écrit à l'encre avait été lavé chimiquement par divers oxydants et d'une manière assez énergique pour que les

moyens actuellement connus de revivification (voie chimique, photographie, examen direct à la lumière de Wood) fussent sans effet. Les documents furent teints ensuite au moyen de diverses solutions fluorescentes et donnèrent le même résultat que précédemment : en examinant les chèques aux rayons ultraviolets filtrés, les textes ressortent en noir violacé sur fond lumineux rose, jaune ou orangé.

Le résultat obtenu au moyen de l'éosine paraît, à première vue, contraire aux prévisions que pouvait suggérer l'observation sur laquelle sont basées nos recherches. Les travaux de Witz ont démontré en effet que l'éosine fait partie des colorants fixés moins facilement par l'oxycellulose que par la cellulose ordinaire. Cette contradiction apparente, dont nous n'avons pas encore abordé l'étude de plus près, pourrait d'ailleurs fort bien s'expliquer théoriquement; il est possible, par exemple, que l'éosine combinée à la fibre (aux endroits où se trouvaient les traits d'encre) ait perdu la propriété de réagir aux rayons ultraviolets et que seule l'éosine non fixée chimiquement (sur les surfaces oxydées) ait conservé sa propriété de devenir intensément lumineuse à la lumière de Wood.

Quoi qu'il en soit, l'étude dont nous venons d'exposer les premiers résultats mérite d'être poursuivie. Le phénomène est-il dû uniquement à une teneur différente en oxycellulose, selon l'hypothèse qui nous a conduit à la découverte de ce nouveau procédé, ou dépend-il partiellement (et dans quelle mesure) de la qualité du papier, de la nature de sa charge minérale, de l'encollage de la pâte, de la composition chimique de l'encre, d'une modification physique de la surface du papier par les traits ou du mode de lavage chimique du texte? C'est ce que nous nous proposons d'étudier d'une manière plus approfondie, le nouveau procédé de revivification pouvant acquérir une importance particulière dans la recherche des faux par lavage.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'identité de la limonite fibreuse avec la göthite.* Note de M. **R. Gaubert**.

E. Posnjak et A.-E. Merwin (¹) ayant constaté par l'allure des courbes de déshydratation, l'analyse chimique, la mesure des indices de réfraction, etc, que les quelques limonites fibreuses qu'ils ont étudiées pouvaient être

---

(¹) E. Posnjak et A.-E. Merwin, *Amer. Journ. of. Sc.*, **47**, 1919, p. 311.

rapportées à la göthite, j'ai examiné toutes les limonites cristallisées que j'ai pu me procurer. Parmi les divers procédés d'investigation que j'ai employés (détermination de la quantité d'eau, marche de la déshydratation, coloration des impuretés par les couleurs d'aniline, etc.) je crois devoir signaler dans cette Note les deux suivants, qui me paraissent très pratiques pour résoudre la question de l'identité des deux espèces minérales, identité contestée dernièrement par K. Wilmann [1].

1° O. Mügge [2] a montré que la variation de la dispersion des axes optiques des cristaux de göthite est très sensible à l'action de la chaleur. L'angle des axes optiques pour les radiations dont la longueur d'onde est plus grande que $615^{\mu\mu}$ environ (pour cette radiation le cristal est uniaxe) s'accroît rapidement avec la température, alors que pour les autres, il décroît, s'annule à mesure que la longueur d'onde est plus courte et s'ouvre ensuite dans le plan h^1(100), de telle sorte que la dispersion des axes devient normale comme dans la lépidocrocite.

En passant, je ferai remarquer que ce fait donne un nouveau caractère pour distinguer la göthite de la lépidocrocite, dont les propriétés optiques distinctes de celles de la göthite ont été décrites autrefois par M. A. Lacroix [3]. Il est facile de constater que, dans la lépidocrocite, il n'y a pas de variation sensible de la biréfringence du moins jusqu'à 200°. En effet les lamelles de ce minéral sont tellement biréfringentes qu'observées entre les nicols croisés avec un spectroscope oculaire, elles montrent les bandes du spectre cannelé de Fizeau et Foucault, bandes ne se déplaçant que très peu tant qu'on ne s'approche pas de la température du départ de l'eau. Il est à remarquer que l'emploi du spectroscope permet de distinguer des lamelles très petites de göthite et de lépidocrocite.

Par suite de la dispersion des axes optiques de la göthite, les teintes de polarisation observées en lumière parallèle avec le microscope polarisant se modifient avec de faibles variations de température. Ainsi les lames minces de $0^{mm},02$ d'épaisseur perpendiculaires à la bissectrice aiguë, de vertes deviennent rougeâtres vers 40° (O. Mügge); mais en dehors de ces plages, j'ai constaté qu'il en existe beaucoup d'autres correspondant à une autre orientation et montrant aussi des teintes vertes passant au rouge ou au jaune quand on les chauffe. J'ai même observé que des lames vertes à la température ordinaire passent au rouge et reprennent de nouveau une teinte voisine de la première si l'on continue à les chauffer. A défaut de

(1) K. Willmann, *Cent. f. Min.*, 1921, p. 673.
(2) O. Mugge, *Neues Jahrb. f. Min.*, 1, 1916, p. 55.
(3) A. Lacroix, *Min. de la France*, 3, 1901, p. 360.

plages montrant la teinte verte, on peut aussi examiner les modifications des teintes rouges devenant plus ou moins foncées. Toutes ces variations des couleurs vertes se font à une température particulière à chaque orientation optique, mais ne dépassant pas 130° environ.

C'est sur ce phénomène particulier à la göthite que je me suis appuyé pour étudier les limonites fibreuses. Une préparation microscopique du minéral pulvérisé, montée dans du baume de Canada ou dans la naphtaline monobromée, est examinée au microscope polarisant. Les fibres présentant par places des teintes vertes sont repérées. Elles sont portées graduellement à une température suffisante jusqu'à ce que la teinte devienne rouge. Je me sers dans ce but d'une platine électrique donnant la température à un degré près. J'ai constaté que toutes les limonites que j'ai examinées [Alban le Fraisse, Chizeul, Antonio-Pereira (Brésil), Rancié, Siegen, Dorbschau, Gloucester, Kamensk, Conakry, Friedrichsroda, Huttenberg, Kaymac, La Bouisse, etc.], présentaient les caractères de la göthite. En outre, la comparaison des indices de réfraction de la limonite fibreuse d'Alban le Fraisse avec ceux de la göthite du même échantillon m'a montré qu'ils sont tout à fait voisins.

2° Toutes les limonites fibreuses contiennent des matières étrangères. En effet, l'attaque par l'acide chlorhydrique ou fluorhydrique met en évidence l'existence de zones concentriques plus ou moins larges (de quelques centièmes de millimètre à deux centimètres) rappelant celles des agates et de la malachite de Sibérie. Les acides, en dissolvant la matière étrangère liant les fibres, libèrent ces dernières dont l'ensemble montre une teinte jaune qui est celle de la poussière. Les diverses zones sont très inégalement imprégnées d'impuretés, il en est parfois de noires ou de brunes dont les fibres assez larges permettent de les identifier, même sans les chauffer, avec la göthite. Les fibrilles dont l'ensemble est jaune ne peuvent être caractérisées facilement que par la variation de leurs teintes.

En me basant sur les résultats que j'ai obtenus autrefois et relatifs à l'influence des matières étrangères sur le faciès des cristaux, je crois qu'il faut attribuer à la présence de ces dernières dans l'édifice cristallin de la göthite (solution solide) toutes les propriétés particulières de la limonite fibreuse (finesse des fibres, rougissement et déshydratation se produisant à plus basse température qu'avec la göthite, etc.

C'est aussi à cette matière que sont dues les propriétés optiques de certaines fibres de limonite, dont les axes optiques pour toutes les radiations

visibles se trouvent dans le même plan, ce qui avait fait penser qu'il s'agissait bien d'une espèce particulière. Cette matière produit le même effet qu'une élévation de température supérieure à 100° environ. En outre elle doit faciliter l'adsorption de l'eau, de telle sorte que les limonites fibreuses contiennent habituellement plus d'eau que la göthite, mais moins que la quantité exigée par la formule $Fe^4O^3(OH)^6$ ou $2Fe^2O^3, 3H^2O$ qu'on attribue à la limonite. Il est aussi possible que cette matière étrangère, très probablement un silicate, renferme une très grande quantité d'eau.

Un fait paraît certain, c'est que ces limonites fibreuses sont de la göthite impure.

GÉOLOGIE. — *Notes tectoniques et paléontologiques sur la région de Bab Moroudj (détroit Sud-Riffain).* Note (1) de M. **P. Russo**, transmise par M. Ch. Depéret.

Il m'a été possible de faire, pendant l'avance des troupes françaises (depuis septembre 1923) vers la région riffaine, quelques observations intéressantes et nouvelles sur les environs de Bab Moroudj, au nord de Taza.

1° *Faits paléontologiques.* — Dans le poste même de Bab Moroudj se trouve un rocher calcaire, qu'accompagnent à l'Ouest plusieurs autres pointements analogues. Tous contiennent en abondance des Pectinidés divers et surtout des Nummulites. Il y a été recueilli *Nummulites incrassatus* De La Harpe, formes A et B. Cette espèce qui n'est autre qu'une variété de *N. Rosai* Tellini, est connue du Priabonien au Chattien inclus. Des bancs gréseux et argileux recouvrent ces assises calcaires et dans certains d'entre eux à l'est de Bab Moroudj, j'ai recueilli des *Hétérostégines* et surtout en très grande abondance *Nephrolepidina Tournoueri* Lemoine et Douvillé. Il ne saurait être ici question que du Chattien supérieur ou du début de l'Aquitanien. Mais comme il n'y a pas d'autres foraminifères caractéristiques associés à ces Néphrolépidines, il faut considérer que les couches à *N. incrassatus* et celles à *Nephr. Tournoueri* sont les unes et les autres oligocènes et de niveau bien voisin. La détermination précise de ces espèces est due à M. Doncieux.

(1) Séance du 23 novembre 1925.

2° *Faits tectoniques.* — Une série d'écailles chevauchant dans la direction NE-SW se montre depuis la région de Bou Mehiris jusqu'à la vallée de l'Oued Herrar. On en compte quatre très distinctes et peut-être en existe-t-il d'autres qu'une étude détaillée mettra en évidence. Ces écailles offrent, à la base, du Trias gypso-salin rouge argileux, directement surmonté par des assises oligocènes (Chattien) formées de grès et de marnes argileuses.

Dans la région SW de cet ensemble se produit un tassement très marqué des assises, qui superpose plusieurs petites écailles très redressées orientées NW-SE.

Perpendiculairement à cet ensemble, se décèle un autre système de plissement postérieur au premier, car les plis de celui ci sont replissés perpendiculairement à leur axe. Il ne s'accompagne pas de chevauchements ni d'écailles et se borne à donner naissance à des plis plus ou moins déversés et à des fractures. Le sens du mouvement est NW à SE.

GÉOPHYSIQUE. — *Causes dynamiques et isostatiques des dissymétries des hémisphères de la Terre et de la Lune.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. Bigourdan.

La théorie de la Terre que j'ai présentée [1] étendue à toutes les planètes dans mon livre de 1918 (*Origine des formes de la Terre*) fait dépendre les dissymétries des deux hémisphères du mouvement du noyau terrestre à travers la nébuleuse dans la direction Nord de l'axe de la Terre, d'où résultent une pression près du pôle Nord (océan Arctique) et une dépression aux antipodes (Antarctide). Des critiques de cette théorie objectent qu'à la vitesse de 20^{km} par seconde, il faudrait une densité de la nébuleuse primitive de l'ordre de 1 dix-millième de la densité de l'air pour obtenir par pression les effets indiqués, et que la densité des nébuleuses est sans doute beaucoup plus faible (10^{-15}). Des arguments nouveaux permettent de réfuter ces objections.

Les nébuleuses actuelles, qui révèlent seulement la présence de gaz légers (H, He, Ne), ne sont que le résidu des nébuleuses primitives, beaucoup plus denses après qu'elles ont été dépouillées de leurs particules métalliques denses par le passage à travers leur masse de multiples noyaux stellaires

(1) *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 647.

(phase de Novæ révélée par les statistiques de Bayley). Les nébuleuses primitives pouvaient donc avoir une densité 1000 fois plus grande qu'actuellement (10^{-12}). Dans une nébuleuse gazeuse sphérique de rayon R et de densité 10^{-12} la densité varie en raison inverse de R^2. Si R = 1000 u. a., la nébuleuse a tout son centre jusqu'à la distance 20 u. a. à une densité supérieure à un dix-millième de celle de l'air.

La vitesse relative V du système solaire à travers la nébuleuse devait dépasser beaucoup 20^{km} puisque c'est seulement au sortir de la nébuleuse que V a été réduite à 20^{km} au plus. Une vitesse V de l'ordre de 300^{km} est d'ailleurs nécessaire pour qu'elle ait laissé la trace d'une dissymétrie bipolaire sur la Terre, malgré la vitesse de 30^{km} sur son orbite.

Dans la nébuleuse primitive les poussières solides denses ont été séparées des gaz et poussières légères par la force répulsive de la Nova solaire qui, à la température effective T = 24000°, avait une pression de radiation 256 fois plus grande que celle du Soleil. Cette pression de radiation a vidé de matériaux légers (au profit de Jupiter et de Saturne), le centre du système solaire, où ne pouvaient pénétrer que les poussières métalliques denses.

De là résultent la loi des grandes masses (¹), la grande densité et la faible masse des planètes inférieures, et la diminution de la résistance de milieu qu'elles ont rencontrée.

Or à la vitesse V = 300^{km} les poussières denses de la série du fer rencontraient dans un choc direct la région boréale, tandis que la Terre, formant écran, empêchait leur chute sur l'Antarctide. Admettons la compensation isostatique complètement réalisée au niveau — 100^{km}, indiqué par Hayford et Bowie. On peut calculer la profondeur x de l'océan Arctique, si son fond, sur une épaisseur de 100^{km}, est passé de la densité moyenne primitive 2,70 à la densité 2,75 par apport de poussières de fer de densité 7,8. On trouve $x = 2^{km},900$, valeur voisine de la réalité.

De même on calculera la hauteur moyenne h de l'Antarctide si ce continent a dans ses racines un déficit de fer ayant réduit sur 100^{km} de hauteur sa densité moyenne de 2,70 à 2,61. On trouve $h = 3^{km},44$, valeur un peu supérieure à la réalité actuelle, ce qui doit être si l'Antarctide a subi une dénudation importante par la chute du déluge austral primitif, avant d'être protégé par sa calotte de glace.

A titre de vérification, on peut calculer qu'il faudrait 5,35 pour 100 de fer pour porter la densité de cette partie de la croûte de 2,61 à 2,70 sur une

(¹) *Comptes rendus*, **171**, 1920, p. 704.

épaisseur de 100^{km}; or Clarke évalue à 5,5 pour 100 la teneur en fer de la croûte.

La proportion de fer pourrait être plus grande dans les régions boréales, ce que semblent confirmer les anomalies magnétiques de l'Alaska, de la Suède et de la Russie.

Ainsi, même en l'absence d'une pression de la nébuleuse sur la région polaire N de la Terre, la dissymétrie de précipitation des poussières métalliques denses créera, par effet isostatique, une dissymétrie produisant au Nord une dépression océanique et, au Sud, un continent élevé de 3^{km}. Les poussières denses des composés radioactifs de l'uranium ont dû suivre le sort des poussières de fer, ce qui expliquerait comment, d'après Joly et Holmes, la radioactivité diminuerait rapidement en profondeur dans la croûte. Mais, d'après ce qui précède, sa distribution pourrait être très différente dans les deux hémisphères.

La présente théorie isostatique s'applique aussi à la Lune, mais son axe faisant avec celui de la Terre un angle voisin de 25°, on trouvera dans l'hémisphère Nord de notre satellite, et à distance du Pôle, une ceinture de régions déprimées de couleur foncée par les précipitations denses métalliques (grandes mers circulaires), alors qu'on ne trouve aucune grande dépression de teinte foncée dans l'autre hémisphère, mais seulement une beaucoup plus grande quantité de cratères que dans l'hémisphère Nord.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance.* Note de M. **P. Lejay**, présentée par M. G. Ferrié.

Variations rapides du champ électromagnétique. — A la variation brusque du champ statique que nous avons étudiée dans une Note précédente [1], viennent s'ajouter, dans le parasite orageux, des variations rapides, dont l'analyse ne peut être faite que par l'oscillographe cathodique.

Le montage ordinairement employé comporte essentiellement une antenne reliée au sol par l'intermédiaire d'un condensateur de capacité C égale à celle de l'antenne, shunté par une grande résistance R, aux bornes de laquelle est prise la différence de potentiel à mesurer par l'oscillographe.

---

[1] *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 678.

Pour des oscillations de haute fréquence, ce montage serait correct, même en prenant pour R les fortes valeurs adoptées d'ordinaire (10 mégohms). Si au contraire, comme c'est le cas pour les atmosphériques orageux, le champ statique change brusquement de valeur, sans revenir à sa valeur initiale, une certaine quantité d'électricité devra passer du sol dans l'antenne, avant de remettre celle-ci au potentiel nul qu'exige sa liaison avec la terre. Elle y mettra un temps de l'ordre de CR. Pendant tout ce temps il y aura une différence de potentiel aux bornes de R et le spot de l'oscillographe restera dévié.

Ces considérations expliquent pourquoi certains auteurs ont attribué aux parasites des durées très longues (jusqu'à $\frac{1}{20}$ de seconde).

J'ai repris ces expériences au Pic du Midi. La grande énergie reçue des orages, même lointains, permettait de diminuer la résistance R jusqu'à 100000 ou même 10000 ohms, et par conséquent de réduire la constante de temps; avec l'antenne utilisée elle était alors de 10^{-6} à 10^{-5} seconde.

Dans ces conditions, les atmosphériques provoquaient des déviations rapides du faisceau cathodique, de formes très complexes mais dont la durée totale ne dépassait pas $\frac{1}{20000}$ de seconde.

J'ai vérifié, au contraire, qu'en augmentant la résistance R (10 mégohms) les déviations du faisceau cathodique duraient beaucoup plus longtemps; les atmosphériques ne sont plus alors exactement représentés.

Radiogoniométrie des parasites. — L'expression du champ magnétique [1] montre que, même dans le cas théorique d'une décharge rectiligne et d'un sol parfaitement conducteur, la direction que donnerait la radiogoniométrie ne serait pas celle de la décharge elle-même, mais du point où le prolongement de celle-ci rencontre le sol.

La radiogoniométrie des parasites semble donc impossible à faible distance, sujette à erreurs aux distances moyennes, mais peut donner des résultats précis à quelques centaines de kilomètres.

Le calcul montre en effet qu'en supposant les recherches réparties au hasard, la probabilité d'une erreur angulaire donnée diminue assez rapidement quand la distance augmente. A 100^{km} par exemple, l'erreur ne dépasserait 10° dans un sens ou dans l'autre qu'une fois sur cinq.

En réalité, le sol n'étant pas parfaitement conducteur, la théorie des images ne s'applique pas exactement, et les résultats de l'expérience ne sont pas absolument d'accord avec le calcul. En particulier, les atmosphériques

---

(1) *Comptes rendus, loc. cit.*

reçus au Pic du Midi d'orages lointains, sur un cadre *horizontal* de cinq spires et de 4^{m} de côté, bien compensé, étaient assez intenses pour être enregistrés après amplification par sept lampes. La valeur de la composante verticale du champ magnétique dépassait de beaucoup celle de la composante horizontale.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les zones à Goniatites du Dinantien supérieur et de l'assise de Chokier en Belgique.* Note (¹) de M. G. **Delépine**, présentée par M. Ch. Barrois.

M. Bisat a établi dans les couches supérieures du Calcaire carbonifère, des schistes et des grès (Bowland shales et Millstone grit) du nord de l'Angleterre, l'existence d'une série de zones et sous-zones caractérisées chacune par une espèce de Goniatite (²).

L'auteur de la présente Note (aidé par M. Bisat, qui a effectué ou vérifié toutes les déterminations de Goniatites à lui soumises) a recherché si la succession établie dans le nord de l'Angleterre se retrouve en Belgique dans les formations calcaires les plus élevées du Dinantien et dans l'assise de Chokier.

Le calcaire massif de Visé, outre les espèces citées par de Koninck, renferme *Goniatites crenistria* Phill., qui y est commun, qui existe aussi à Cracoe et à Malham, et qui permet d'établir que le calcaire massif de Visé se place au niveau de la partie inférieure des *Bowland shales*, schistes à *Posidonomya Becheri* du nord de l'Angleterre; il correspond aussi aux calcaires et ampélites à *P. Becheri* d'Houthem en Limbourg hollandais.

Dans les schistes superposés aux dernières formations calcaires à Warnant et à Bois-Borsu, *Gon. spirale* Phill. a été cité par Hind; cette espèce est propre à la partie inférieure des *Bowland shales*.

D'un gisement voisin de celui qui a fourni *Gon. spirale* à Bois-Borsu, provient *Eumorph. pseudobilingue* Bisat, forme caractéristique de la partie supérieure des *Bowland shales*.

Des tranchées creusées au sud du fort de Malonne, dans les schistes situés à un niveau sensiblement plus élevé au-dessus du calcaire que ceux de

(¹) Séance du 16 novembre 1925.
(²) *Proc. of the Yorksh. geol. Soc.*, 20, 1923-1924, p. 40-124.

Warnant et de Bois-Borsu, M. Maillieux a recueilli *Eumorph. bisulcatum* Girty, *Nuc. nuculum* Bisat, *Anthrac. glabrum* Bisat; les deux premiers sont communs dans ce gisement. Ces Goniatites caractérisent la base des *Sabden shales*. *A. glabrum* se trouve également dans les schistes de Baudour.

Enfin, parmi les Goniatites provenant des nodules de Chokier, M. Bisat a reconnu *Hom. subglobosum* Bisat, et *Hom. diadema* Beyr, (= *Gl. beyrichianum* de Kon. emend. Haug). *Hom. subglobosum* existe dans des nodules des schistes de Baudour. Au point de vue stratigraphique, les nodules, à Chokier, se trouvent, d'après Dumont, « dans la partie des schistes alunifères la plus éloignée du calcaire », fait confirmé par Stainier; dans les schistes de Baudour les nodules à Goniatites sont aussi à une distance assez grande au-dessus du calcaire (Cornet). Ces indications concordent avec le fait qu'en Angleterre la zone à *Hom. diadema* est située assez haut dans la série dite des *Sabden shales*, bien au-dessus de la zone à *E. bisulcatum* et *E. pseudobilingue*. La faune communément appelée faune *de Chokier* et surtout caractérisée par *Hom. diadema* n'occupe donc qu'un horizon limité et situé près du sommet de l'assise de Chokier.

Le tableau ci-dessous résume ces données :

Zones à goniatites du nord de l'Angleterre.		Gisements à goniatites des schistes notés Hla en Belgique.
Sabden shales (*pars*).	*H. diadema*..............	Chokier.
	H. subglobosum..........	Chokier, Baudour.
	H. nuculum............	Malonne, Baudour.
Lower grit.	*E. bisulcatum*............	malonne.
Bowland shales (*sup.*)	*E. pseudobilingue*........	Bois-Borsu.
Bowland shales (*inf.*)	*G. spirale*...............	Warnant, Bois-Borsu.
	G. crenistria............	(Calcaire massif de Visé).

Conclusions. — 1. Malgré l'épaisseur beaucoup moins grande en Belgique des formations du Dinantien supérieur et de l'assise de Chokier, la succession s'y révèle donc continue, et parallèle à celle que Bisat a établie dans le nord de l'Angleterre.

2. Le calcaire massif de Visé correspond aux massifs (*Knolls*) de Cracoe et de Malham. Il est l'équivalent des facies schisto-calcaires à *P. Becheri* du nord de l'Angleterre et du Limbourg. Le calcaire paraît s'être déposé à Visé plus longtemps qu'ailleurs en Belgique (¹) et correspondre à la partie inférieure des schistes notés Hla dans les régions de Dinant et de Namur.

(¹) *A. S. Sc. Brux.*, 41ᵉ année, 1921, p. 124. — A. SALÉE, *Ibid.*, 44ᵉ année, 1925, p. 245.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la réversion des plastes chez les végétaux.* Note (¹) de M. **Louis Emberger**, transmise par M. Flahault.

On sait que la réversion des plastes est caractérisée par la régression progressive de ces éléments vers un état qui les identifie morphologiquement et histo-chimiquement avec les mitochondries ordinaires (*réversions complètes*) (²). Revenus à l'état mitochondrial, ces éléments peuvent se différencier de nouveau en plastes.

On ne connaissait que les grandes lignes de cette réversion. Au cours de nos dernières recherches cytologiques, nous avons pu en suivre tous les détails dans la cellule *vivante*. Nous rapportons ici les résultats de nos observations faites sur divers végétaux, en particulier sur les racines et les feuilles d'Asphodèle (*A. cerasifer* L.) et le bulbe du Lis blanc.

Voici comment s'effectue la régression d'un plaste différencié : les produits d'élaboration disparaissent en premier lieu et, parmi ceux-ci, l'amidon d'abord, puis les pigments, lorsqu'il y en a. Le substratum ainsi dépourvu de ses inclusions qui donnaient au plaste une certaine rigidité devient très plastique. Il s'étire irrégulièrement, s'allonge, se contracte alternativement en se rompant en de nombreux points. Ces phénomènes se succèdent très rapidement. Les plastes primitifs sont ainsi subdivisés en plastes plus petits. Chacun de ceux-ci s'étire et se subdivise à son tour suivant le même processus, de telle sorte qu'ils atteignent finalement la taille des mitochondries ordinaires avec lesquelles ils se confondent ; les gros plastes sont revenus à l'état mitochondrial et y demeurent jusqu'à ce qu'ils se différencient de nouveau.

Ces phénomènes sont souvent accompagnés d'un rajeunissement cellulaire.

Ces observations font entrer dans le domaine des faits un certain nombre de points qui n'étaient guère sortis jusqu'à ce jour du domaine de l'hypothèse :

1° Le phénomène le plus important dans la réversion des plastes est la

(¹) Séance du 23 novembre 1925.

(²) Nous opposons ces réversions aux *réversions partielles* au cours desquelles les plastes ne s'identifient à aucun moment complètement avec les mitochondries ordinaires.

subdivision du substratum, comparable à une sorte de pulvérisation de la substance mitochondriale après la résorption des produits d'élaboration;

2° Les plastes régressés conservent leur individualité biologique, même lorsqu'ils sont à l'état parfait de mitochondries;

3° Les éléments mitochondriaux qui se différencient en plastes dans une cellule dont les plastes sont revenus à l'état mitochondrial, sont les anciens plastes régressés. L'observation des *réversions partielles* confirme ce fait;

4° Ces observations font comprendre pourquoi dans une cellule dont les plastes sont revenus à l'état mitochondrial, les éléments du chondriome qui se différencient de nouveau en plastes, sont plus nombreux que les plastes qui ont régressé. Elles expliquent aussi le nombre relativement réduit de plastes de la cellule adulte : nous savons que les plastes se multiplient de moins en moins au fur et à mesure qu'ils se chargent de produits métaboliques et que le tissu se différencie; le nombre de plastes qui est attribué à chaque cellule fille est ainsi progressivement diminué jusqu'à un minimum que la cellule maintient.

ZOOLOGIE. — *Les Reptiles et Batraciens du Grand et du Moyen Atlas.* Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Chargé de mission au Maroc, j'ai eu l'occasion durant cet automne 1925, de revoir et déterminer les collections herpétologiques déjà assez importantes du Musée de l'Institut scientifique chérifien à Rabat, ainsi que de visiter plusieurs points peu connus du Grand et du Moyen Atlas où j'ai recueilli de nombreux échantillons de Reptiles et Batraciens.

Cela m'a permis de constater que beaucoup d'espèces pouvaient, au Maroc, se rencontrer jusqu'à une altitude relativement élevée ainsi que le montre la liste suivante où ne sont mentionnées que des localités de capture supérieures à 1000^m.

Parmi les Sauriens, dans la famille des Geckonidés, le Gymnodactyle à paupières hérissées (*Gymnodactylus trachyblepharus* Boettger) atteint 1760^m ainsi que le prouvent des exemplaires figurant au Musée de Rabat et recueillis par Alluaud, dans le Grand Atlas, à Targa Imoulay et le vulgaire Gecko (*Tarentola mauritanica* L.) monte à 1200^m et sans doute davantage comme en fait foi un individu pris à Azrou par Hartert.

Chez les Agamidés, l'Agame de Bibron (*Agama Bibroni* A. Duméril) a été trouvé par Alluaud dans le Grand Atlas à Amizmiz (1000^m) et la Haute Réraya (1600^m).

Un rare et curieux Saurien serpentiforme de la famille des Anguidés, l'Ophisaure

de Kœlliker (*Ophisaurus Kœllikeri* Günther), a été rencontré à Asni (Grand Atlas) à une altitude de 1200^{m}, toujours par le même voyageur.

Parmi les Lézards vrais ou Lacertidés, nombreuses sont les espèces qui dépassent 1000^{m}. C'est d'abord le magnifique Lézard ocellé (*Lacerta ocellata* L., var. *pater* Lataste) capturé dans le Moyen Atlas à Timhadit (1935^{m}) par Alluaud et à Ouiouane (1650^{m}) par moi, dans le Grand Atlas à Amerzouacht (1750^{m}) par moi et à Asni (1200^{m}) par Alluaud. Vient ensuite le Lézard des murailles (*Lacerta muralis* Laurenti) qui au Maroc paraît affectionner surtout les hauteurs. Dans le Moyen-Atlas, je l'ai pris sur les bords de l'Aguelman Sidi Ali ou Mohamed (2150^{m}) et de l'Aguelman de Ouiouane, et Alluaud l'a rencontré à Timhadit (1935^{m}) et à Azrou (1200^{m}). L'Algire (*Psammodromus algirus* L.), bien que fréquentant le bord de la mer, ne craint pas de s'élever, puisqu'il a été recueilli à Timhadit par Alluaud, de même que l'Acanthodactyle vulgaire (*Acanthodactylus vulgaris* D. B.), pris par le même voyageur à Azrou.

Enfin dans la famille des Chaméléontidés, le Caméléon (*Chamæleon vulgaris* Daudin) a été trouvé dans le Grand Atlas (Haute Réraya, 1600^{m}) par Alluaud et m'a été signalé à Amerzouacht (1750^{m}).

Parmi les Serpents, deux Colubridés sont à mentionner : La Couleuvre vipérine (*Tropidonotus viperinus* Latreille), très abondante au Maroc, rencontrée dans le Moyen Atlas aux environs d'Azrou par Huc et dans l'Oued Guigou, au pied du piton de Timhadit par C. Lesch [1].

La Couleuvre à capuchon (*Macroprotodon cucullatus* Geoffroy) également très commune, recueillie aussi à Azrou et à Timhadit par les mêmes donateurs.

Dans le groupe des Bratraciens anoures quatre espèces de familles différentes doivent être citées :

D'abord la Grenouille verte (*Rana esculenta* L. var. *ridibunda* Pallas) qu'on trouve partout où il y a de l'eau et qui du niveau de la mer s'élève à plus de 2000^{m}. Je l'ai recueillie, en effet, à l'aguelman Sidi Ali, à celui de Ouiouane, ainsi qu'aux sources de l'Oum er Rebia (1250^{m}) et dans le grand Atlas à Asni (1200^{m}). Alluaud l'a capturée à Timhadit.

Le Crapaud mauritanique (*Bufo mauritanicus* Schlegel) rencontré par Alluaud, puis par moi à Ain Leuh (1200^{m}), par Alluaud à Timhadit (1950^{m}) et dans le Grand Atlas à Amizmiz (1000^{m}).

La charmante Rainette (*Hyla arborea* L. var. *meridionalis* Boettger) qui monte très haut dans le moyen Atlas comme le prouvent de nombreux spécimens pris par R. Dollfus à Ouiouane, par Alluaud à Timhadit, et par moi à Ouiouane et sur les bords de l'Aguelman Sidi Ali (2150^{m}) où des individus d'un beau vert tendre voisinaient avec d'autres d'un blanc grisâtre.

Enfin le Discoglosse peint (*Discoglossus pictus* Otth.) très répandu aussi au Maroc, recueilli par moi sous les pierres à Ouiouane et à l'aguelman Sidi Ali.

---

(1) C'est une espèce très vorace, se nourrissant de Grenouilles et de Poissons, ainsi qu'en témoignent divers spécimens conservés au Musée de Rabat en train d'avaler des proies volumineuses, entre autres un Barbeau (*Barbus Ksibi* Boulenger).

Cette liste comprend 9 Sauriens, 2 Ophidiens, 4 Batraciens capturés au Maroc entre 1000 et 2000^{m}, soit un total de 15 espèces dont 8 atteignent aux environs de 2000^{m}. Des recherches ultérieures permettront certainement d'ajouter plusieurs noms; d'autre part, on pourra, dans quelques cas, noter des localités de capture encore un peu plus élevées.

D'ores et déjà il apparaît qu'au Maroc, dans le Grand et le Moyen Atlas, par suite de conditions de température plus favorables, dues surtout à une latitude plus basse, les Reptiles et Batraciens montent beaucoup plus haut que dans l'Europe centrale. La Grenouille verte qu'on rencontre à la fois dans les deux régions fournit un exemple typique. Dans les Alpes, en effet, elle ne dépasse guère un millier de mètres tandis que dans le Moyen Atlas, elle s'élève au delà de 2000^{m}. Il y a donc un décalage de 1000^{m} environ en faveur de la grande chaîne africaine. C'est là une constatation intéressante et sur laquelle il y a lieu d'attirer spécialement l'attention de ceux qui se proposent d'en faire l'exploration méthodique.

ENTOMOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'anatomie de la tête des Diptères Cyclorhaphes. La ptiline et le muscle ptilino-pharyngien.* Note (1) de MM. **L. Mercier** et **J. Villeneuve**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Chez les Diptères Cyclorhaphes, la pupe donne passage à l'adulte par une rupture transversale qui détache le pôle antérieur sous forme de calotte ou de demi-calotte. Cette rupture a lieu, chez les Myodaires (*Muscaria schizophora*), en arrière du troisième segment thoracique, à l'extrémité d'une fine crête latérale qui part de la bouche et qui est bien visible; elle s'opère grâce au jeu de l'ampoule frontale ou ptiline.

Les auteurs sont d'accord pour admettre que la ptiline se gonfle par suite d'un afflux brusque de sang, celui-ci étant refoulé dans la tête par une contraction subite des muscles thoraciques et abdominaux [Henneguy (2), Bouvier (3), Berlese (4), etc.]. Mais, si cette donnée classique permet de comprendre comment l'ampoule frontale se dilate, il faut bien reconnaître

(1) Séance du 23 novembre 1925.

(2) F. Henneguy, *Les Insectes, Morphologie, Reproduction, Embryogénie* (Paris, Masson et Cie, 1904, p. 535).

(3) E.-L. Bouvier, *Habitudes et Métamorphoses des Insectes* (Paris, E. Flammarion, 1921, p. 298).

(4) A. Berlese, *Gli Insetti*, Vol. 2 (Milano, 1925, p. 341).

que nous ne savons rien du mécanisme qui préside à sa rétraction. On pouvait supposer celle-ci purement passive et admettre qu'elle résulte du relâchement des muscles thoraciques et abdominaux.

Or, d'après les observations que nous venons de faire sur *Calliphora erythrocephala* Meig., nous avons constaté qu'il faut tenir compte, dans le jeu de la ptiline, d'un muscle dont les mouvements sont antagonistes de ceux des muscles du thorax et de l'abdomen. En effet, si l'on examine une coupe (*fig.* 1), sensiblement axiale, d'une tête de *C. erythrocephala* fixée au

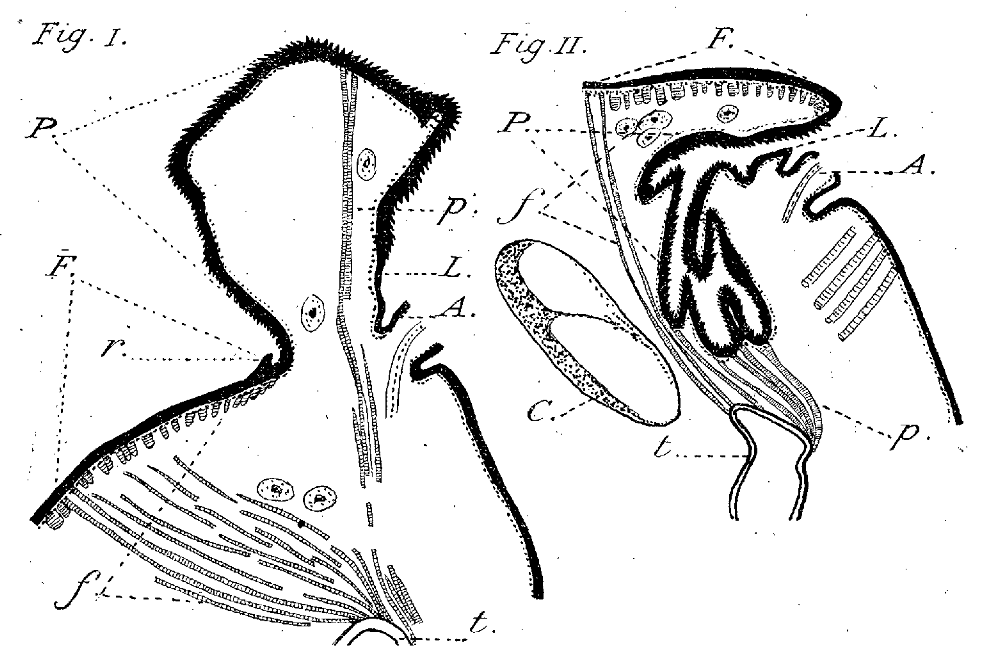


Fig. 1 et 2. — Coupes axiales des têtes de *C. erythrocephalæ*. Fixation au formol-picro-acétique. Coloration : hématoxylène, éosine. × 44.

Fig. 1. — La ptiline *P* est dévaginée : *p*, muscle ptilino-pharyngien; *f*, muscles fronto-pharyngiens; *t*, courbure du pharynx; *F*, bande médio-frontale; *L*, lunule; *A*, premier article antennaire; *r*, limite antérieure de la bande médio-frontale.

Fig. 2. — La ptiline *P* est invaginée : *c*, ganglion cérébroïde. Pour les autres lettres, même légende que la figure 1.

moment où la ptiline est dévaginée, on constate qu'il existe un muscle (*p*) formé de cinq à six fibres qui s'insèrent, d'une part, au sommet de la ptiline et, d'autre part, sur la courbure pharyngienne. Quand ce muscle se contracte et qu'en même temps les muscles thoraciques et abdominaux se relâchent, la ptiline rentre à l'intérieur de la tête (*fig.* 2).

En raison de ses insertions, nous donnons au rétracteur de la ptiline le

nom de muscle *ptilino-pharyngien* ou de *M. retractor ptilini*. Le ptilino-pharyngien appartient au même groupe musculaire que les fronto-pharyngiens (*f*) qui sont des muscles dilatateurs du pharynx. Ces muscles ont une même origine ; ils dérivent, ainsi que Ch. Pérez ([1]) l'a montré, des dilatateurs pharyngiens larvaires remaniés.

Le ptilino-pharyngien a certainement été vu chez la nymphe par Ch. Pérez (*fig.* 26 et 48 du texte); mais il ne l'a pas différencié des fronto-pharyngiens proprement dits. Cependant, le ptilino et les fronto-pharyngiens sont bien distincts topographiquement; tandis que le premier a ses insertions tégumentaires au sommet de la ptiline, les fibres qui composent les seconds s'insèrent sur la bande médio-frontale (F), ne dépassant pas le repli (*r*) qui deviendra la limite antérieure de cette bande. D'autre part, nous noterons encore que l'existence du muscle ptilino-pharyngien est bien liée à celle de la ptiline. En effet, chez les *Cyclorhapha aschiza* qui ne possèdent pas de ptiline, comme c'est le cas pour *Eristalis tenax* L., nous avons constaté que le ptilino-pharyngien n'existe pas.

Le rôle du muscle ptilino-pharyngien est particulièrement important au moment de l'éclosion de l'imago. En effet, la ptiline sert non seulement à la rupture du puparium, mais grâce aux robustes épines chitineuses qui hérissent sa surface (*fig.* 1), elle est encore un organe de progression quand la pupaison s'est faite à une certaine profondeur dans le sol.

Chez un *C. erythrocephala* âgé de quelques heures (*fig.* 2) la ptiline est définitivement invaginée; elle laisse comme trace visible extérieurement un sillon en forme de fer à cheval (*scissure ptilinale*) qui est bien distinct de la lunule (de Meijere) ([2]). Le muscle ptilino-pharyngien joue alors uniquement le rôle de dilatateur du pharynx au même titre que les fronto-pharyngiens.

Ainsi que Knab ([3]) l'a déjà constaté, la ptiline invaginée persiste durant toute la vie de l'Insecte.

([1]) Ch. Pérez, *Recherches histologiques sur la métamorphose des Muscides* (Calliphora erythrocephala *Meig.*) (*Arch. zool. exp.*, 5e série, 4, 1910, p. 1).

([2]) J.-C. de Meijere, *Zur Kenntnis des Kopfbaues der Dipterenlarven und-imagines* (*Zool. Anzeig.*, 46, 1916, p. 241).

([3]) F. Knab, *Ecdysis in the Diptera* (*Proceed. entom. Soc. Washington*, 13, 1923, p. 32).

PHYSIOLOGIE. — *Le métabolisme de sommet et les capsules surrénales.* Note de MM. **J. Giaja** et **X. Chahovitch**, présentée par M. Henneguy.

L'adrénaline, comme nous l'avons montré ailleurs, élève le métabolisme de base à la hauteur du métabolisme de sommet, tandis qu'elle n'agit pas sur la valeur de ce dernier ; de sorte qu'un Rat, après avoir reçu une injection d'adrénaline ($0^{mg},5$), produit à la température normale (32-34°) de la neutralité thermique la même quantité de chaleur qu'il produisait auparavant lorsqu'il luttait contre l'hypothermie envahissante à la suite d'un bain glacé. L'adrénaline oblige donc l'homéotherme à déployer toute sa marge d ela thermogenèse, supprimant de ce fait l'accomodation de la thermogenèse ; d'autre part, le métabolisme de base se confondant avec le métabolisme de sommet, le quotient métabolique ([1]), c'est-à-dire le rapport entre les valeurs de ces deux termes, qui chez le Rat normal a une valeur de 3-4, devient sous l'influence de l'adrénaline égal à l'unité.

Comme contre-épreuve de ces constatations, nous avons voulu voir quelles modifications subissait l'accomodation de la thermogenèse à la suite de l'ablation des capsules surrénales.

Lorsque l'ablation est complète, on constate nettement que le Rat a perdu tout pouvoir d'accomoder sa thermogenèse, la valeur de celle-ci ne pouvant s'élever au-dessus de la valeur du métabolisme de base, de sorte que l'animal se refroidit lorsqu'il est à une température inférieure à celle de la neutralité thermique.

Par exemple, un Rat du poids de 213^g accuse, 4 heures après l'ablation des surrénales, à la température ambiante de 32°,5, la même dépense énergétique qu'avant l'ablation. Placé ensuite à la température de 2°,6, il n'augmente pas sa dépense, tandis que sa température tombe en 20^m de 35° à 29°,5. Après l'avoir réchauffé jusqu'à 35°, on lui injecte $0^{mg},5$ d'adrénaline, puis on le place dans l'appareil respiratoire à la température de 3°. On constate que sa dépense a augmenté de 30 pour 100 environ par rapport à ce qu'elle était à la même température avant l'injection.

Dans une autre expérience, un Rat du poids de 150^g, ayant un quotient métabolique de 3 environ, possède après l'ablation incomplète des surré-

---

([1]) *C. R. Soc. de Biologie*, 90, 1924, 1087.

nales un quotient de 2 environ. L'ablation ayant été complétée, on constate que l'animal ne peut maintenir sa température à la hauteur normale lorsqu'il se trouve à la température ambiante du laboratoire. On mesure sa dépense à 33°,6, puis une demi-heure après on lui injecte $0^{mg},4$ d'adrénaline. Étant replacé dans l'appareil à la même température, on constate que la dépense augmente graduellement pour atteindre au bout de 20 minutes une valeur double de celle trouvée avant l'injection. Une demi-heure après l'animal meurt.

Troisième exemple. — Rat de 142^{g}. Six heures après l'ablation des capsules surrénales, on mesure la dépense d'oxygène à 19°. Au bout d'une demi-heure, la température rectale est tombée de 31°,5 à 27°. On place ensuite l'animal, après l'avoir réchauffé, dans l'appareil à 32°. On trouve qu'il accuse la même consommation qu'à 19°, sa température étant à la fin de l'expérience de 33°.

Les expériences précédentes et quelques autres semblables montrent que les Rats décapsulés ne peuvent accomoder leur thermogenèse qui ne peut s'élever au-dessus du niveau du métabolisme de base. Dans ce cas le métabolisme de sommet est donc abaissé au point de se confondre avec le métabolisme de base, tandis que le quotient métabolique devient de ce fait égal à l'unité. L'injection d'adrénaline aux Rats décapsulés accroît la valeur de leur dépense énergétique, toutefois sans que celle-ci atteigne la hauteur du métabolisme de sommet du Rat normal.

Les faits exposés dans cette Note portent à croire que les capsules surrénales jouent un rôle important, peut-être même primordial, dans l'accomodation de la thermogenèse.

PHARMACOLOGIE. — *Sur une série de dérivés alcaloïdiques à toxicité atténuée.* Note de MM. **Max** et **Michel Polonovski**, présentée par M. A. Desgrez.

La génésérine, base isolée par l'un de nous de la fève de Calabar ([1]), et dont la constitution a été établie comme celle d'un N-oxyde d'ésérine ([2]) (l'azote tertiaire basique de l'ésérine y étant bloqué par un atome d'oxygène), est le premier alcaloïde à fonction aminoxyde rencontré dans le monde végétal. Son étude pharmacodynamique, révéla qu'elle se comportait, au point de vue physiologique et surtout au point de vue thérapeutique, comme l'ésérine elle-même, mais que contrairement à cette dernière, elle n'accusait qu'une très faible toxicité. Depuis cette première publication, la génésérine, d'un maniement beaucoup plus aisé que l'ésérine, a trouvé un vaste champ d'applications cliniques et l'efficacité de son action s'est toujours trouvée confirmée.

Nous avons étendu notre étude pharmacodynamique aux N-oxydes des alcaloïdes de la noix vomique et à ceux du groupe du tropane, dont la préparation et les propriétés chimiques ont fait l'objet d'une de nos précédentes Notes ([3]). Nous avons pu confirmer les constatations faites à propos de la génésérine; tous ces composés N-oxydiques possèdent également une action physiologique et une vertu thérapeutique semblables à celles de l'alcaloïde fondamental dont ils dérivent, tout en présentant le grand avantage d'avoir perdu la majeure partie de leur toxicité.

L'extension aux N-oxydes d'atropine, d'hyoscyamine, de scopolamine et de strychnine de la double propriété, qui s'était montrée si précieuse dans le cas de la génésérine, — toxicité presque nulle et action physiologique spécifique de l'alcaloïde primitif conservée, — nous permet, croyons-nous, de voir là une loi générale devant s'appliquer à tous les N-oxydes d'alcaloïdes actifs ([4]).

([1]) M. Polonovski et C. Nitzberg, *Bull. Soc. Chim.*, 17, 1915, p. 244.

([2]) M. Polonovski et C. Nitzberg, *Bull. Soc. Chim.*, 19, 1916, p. 27.

([3]) Max et Michel Polonovski, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1755.

([4]) Les auteurs qui avaient décrit les N-oxydes des alcaloïdes de l'opium (Freund et Smeyer) et du quinquina (Speyer et Becker) avaient cru pouvoir conclure de leur étude physiologique que ces dérivés étaient presque totalement inactifs. Nous supposons que cette assertion est due à un affaiblissement de leur action immédiate à faible dose.

Leur grande diminution de toxicité, évidemment liée au blocage de la fonction basique par l'oxygène, $R \equiv N = o$, nous oblige à exclure l'hypothèse d'une réduction totale et massive de ces composés dans l'organisme. D'autre part, le fait que l'action pharmacodynamique et thérapeutique se conservent presque identiques à celle de l'alcaloïde fondamental indique que cette réduction doit néanmoins s'opérer en partie, au contact de certaines cellules. Aussi avons-nous tout lieu de croire que c'est précisément à une réduction très partielle, *libérant d'une façon lente, mais continue* une fraction minime d'alcaloïde actif, qu'est due l'action physiologique de ces *génalcaloïdes* (¹), tous susceptibles de remplacer, au point de vue pharmacodynamique, les bases dont ils dérivent.

Nous résumons brièvement, dans le tableau ci-dessous, le résultat de nos expériences pratiquées sur le chien :

Alcaloïde injecté.	Dose mortelle par kilo (par voie intraveineuse).	Principaux effets physiologiques.
Génésérine	g 0,020	Excitation vagale, myosis, excitation des sécrétions et du péristaltisme.
Génatropine......	0,200	Paralysie du vague, mydriase, arrêt des sécrétions.
Génhyocyamine...	0,150	Id.
Génoscopolamine..	0,200	Anesthésie à faible dose, excitation cérébrale à forte dose. Mydriase.
Génostrychnine...	0,020	Contractures et tétanisation. Convulsivant.

(Les doses ci-dessus indiquées n'ayant, sauf pour la génostrychnine, jamais causé la mort, nous n'avons pu établir qu'une limite minima de la dose mortelle.)

Tous ces dérivés, si faiblement toxiques, présentent l'avantage d'être plus facilement tolérés par l'organisme que les bases auxquelles ils s'apparentent, et de pouvoir, par conséquent, être employés à des doses plus fortes et plus fréquemment renouvelées.

(¹) Pour exprimer cette propriété de régénération lente et graduelle de la base primitive dans l'organisme, nous désignons toute cette série d'alcaloïdes à fonction N-oxydique par le préfixe *gén* : génésérine, génatropine, génoscopolamine, etc.

BACTÉRIOLOGIE. — *Modifications morphologiques du bacille tuberculeux en culture associée avec un bacille pyocyanique (variété mélanogène).* Note de MM. C. **Gessard**, E. **Fernbach** et G. **Rullier**, présentée par M. Roux.

Nous avons expérimenté l'action d'un germe pyocyanique de race S et de variété mélanogène sur certaines races de bacilles tuberculeux (B. T.) (Test-Humain et Vallée-Bovin). Cette variété de germe pyocyanique est la seule qui amène les albuminoïdes au terme mélanine. Elle s'est d'autre part montrée, en comparaison avec les autres variétés pyocyaniques, la plus propre aux effets qui sont rapportés dans cette Note. Le bacille pyocyanique (B. P.) précipité a subi au cours de trois années un grand nombre de passages en série dans des cultures tuberculeuses, alternés comme il suit :

De la culture mixte âgée d'un mois environ, l'ensemencement se faisait par gouttes : soit dans une culture en bouillon peptoné glycériné de B. T. d'un mois environ, soit dans une solution de peptone pancréatique à 2 pour 100, laquelle après 48 heures de développement est substituée, à volume égal, au bouillon de culture soutiré d'un voile tuberculeux pleinement épanoui. Il n'y a pas eu de régularité dans l'alternance des milieux et cela importe peu vu le résultat constant observé, c'est-à-dire les modifications morphologiques du B. T. et la perte de sa colorabilité par la fuchsine phéniquée : ces effets étant synchrones au noircissement achevé du liquide de culture et sous la condition d'agitation suffisamment répétée, réalisés dans l'espace d'un mois.

Les modifications morphologiques observées ont été les suivantes : les B. T. se montrent ou bien agglutinés et diffluents ou bien granuleux. Au trait plein qu'ils figurent succèdent des éléments punctiformes, seuls colorables désormais. Ces points d'un volume très minime restent un temps alignés en continuité suivant le grand axe du bacille dont ils dérivent. Plus tard ils apparaissent libres, sans ordre ou agrégés à d'autres points d'origine semblable, de façon que des amas de points remplacent les amas de bâtonnets primitifs, fait à rapprocher de celui déjà observé par MM. Charrin et Guignard pour la bactéridie charbonneuse [1]. Nous n'assignons pas d'ordre chronologique aux phénomènes de destruction et de décoloration

[1] *Comptes rendus*, **108**, 1889, p. 764.

du B. T. Nous avons vu en effet des bacilles apparemment intacts ne plus se colorer qu'en violet pâle, et d'autre part des points, fixer encore la couleur rouge vif, les uns et les autres juxtaposés dans la même préparation; inégalité due tant aux différences de vitalité des organismes en présence, qu'au défaut d'homogénéité bien connu des cultures tuberculeuses. D'ordinaire nous avons pu observer, au fur et à mesure du vieillissement de la culture mixte, que le B. T. passait de la teinte rouge vif habituelle au rose pâle, teinte qui laissait finalement la place à un bleu d'intensité comparable à celui des bacilles P. circumvoisins, après avoir passé par toute la gamme des roses et des violets, phénomène de coloration tout différent de celui que nous avons constaté pendant la même période dans une culture pure de même âge de B. T., pas plus qu'il n'est semblable à celui observé par Fontès dans les vieilles cultures tuberculeuses.

Soumis au produit de filtration d'une culture pyocyanique de même race faite soit en bouillon, en eau peptonée ou sur milieu synthétique, le bacille tuberculeux a présenté les mêmes modifications morphologiques que dans les cultures faites en association avec le B. P. Le bacille bovin n'a pas montré de différence avec l'humain.

Il y a vraiment quelque intérêt à constater que le bacille pyocyanique, réputé par ailleurs pour son importance prépondérante dans maints cas d'associations et de concurrences microbiennes, triomphe également de la résistance bien connue opposée par le B. T. à nombre d'agents de destruction.

MÉDECINE. — *Sur les courants de haute fréquence à sens constant, leurs effets physiologiques*. Note (¹) de MM. **Cluzet** et **Chevalier**, présentée par M. d'Arsonval.

En plaçant sur une installation médicale de haute fréquence des valves électroniques, nous avons supprimé une moitié de la décharge oscillante, et donné ainsi un sens constant au courant, sans modifier sa fréquence, mais en diminuant sa tension de moitié. Nous avons expérimenté sur des installations du type d'Arsonval, comprenant soit une source de courant continu avec bobine et interrupteur à turbine, soit une source de courant alternatif avec transformateur à circuit magnétique fermé et éclateur de A. Broca

(¹) Séance du 23 novembre 1925.

(installation pour diathermie). Ces deux sortes d'appareillage, d'ailleurs, fonctionnaient tantôt à la tension ordinairement employée, tantôt à une tension surélevée par un résonateur. Les valves électroniques étaient soit des kénotrons, soit des lampes à vide à trois électrodes de 150 watts, analogues à celles qui sont employées dans les postes d'émission de téléphonie sans fil. Il est à remarquer que si les kénotrons jouaient seulement le rôle de crible, les lampes à trois électrodes jouaient en outre le rôle d'amplificateur. Le régime normal de chauffage du filament était de 7 ampères (courant continu ou courant alternatif) pour toutes les valves.

Ajoutons que des selfs convenables empêchaient les fuites du courant de haute fréquence ordinaire.

Aux bornes d'utilisation, on obtient un courant à haute fréquence et de sens constant qui agit sur le galvanomètre électromagnétique, aussi bien que sur le galvanomètre thermique qui produit de l'électrolyse, qui charge les condensateurs, toutes propriétés contraires à celle des courants de haute fréquence ordinaire.

En comparant les indications du voltamètre avec celle du milliampèremètre électromagnétique obtenues soit avec le courant détecté, soit avec le courant continu d'une pile, on constate que, à intensités égales, l'électrolyse est notablement plus grande avec le courant continu.

Mais les courants de haute fréquence à sens constant jouissent encore de propriétés physiologiques opposées à celles des courants de haute fréquence ordinaire. Si ceux-ci, en effet, ne possèdent aucune action motrice ou sensitive, les premiers agissent, au contraire, très fortement sur les muscles striés et sur les nerfs mixtes. C'est ainsi que l'application sur un muscle, chez l'homme, détermine, si l'intensité est suffisante, une tétonisation très forte, mais non douloureuse, qui peut être maintenue longtemps (plus de 10 minutes) sans fatigue appréciable; ces applications peuvent être effectuées soit au moyen d'électrodes métalliques, soit au moyen d'électrodes spongieuses imbibées d'eau. Lorsque l'électrode active porte exactement sur le point moteur d'un nerf, le sujet éprouve d'abord une forte sensation de fourmillement dans tout le territoire nerveux; en augmentant l'intensité, on arrive brusquement à déterminer la tétonisation de tous les muscles du territoire.

Ces effets moteurs et sensitifs se produisent avec des intensités différentes, suivant que l'on utilise une tension plus ou moins élevée; c'est ainsi que la tétonisation complète et durable des muscles de la main ou de l'avant-bras se produit avec une intensité de 1,5 milliampère, avec les cou-

rants diathermiques redressés, et avec $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de milliampère seulement si l'on élève la tension avec un résonateur. Mais en raison de leur tension, les courants détectés diffusent facilement dans les tissus, à un tel point que par exemple l'excitation d'un tronc nerveux ne se fait que si l'électrode active porte exactement sur le point moteur du nerf, c'est-à-dire au point où celui-ci est le plus superficiel. Chez l'animal, l'excitation portée sur le nerf mis à nu nous a donné d'abord des secousses de fermeture et d'ouverture, puis, en augmentant l'intensité, une tétonisation forte et durable du muscle correspondant.

En résumé, les courants de haute fréquence employés en thérapeutique peuvent être redressés au moyen de détecteurs électroniques; ainsi modifiés, ces courants ont des propriétés physiques particulières et ils produisent, malgré leur fréquence, avec la polarisation des tissus, des phénomènes caractéristiques d'excitation des nerfs et des muscles.

A $15^h 50^m$, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 15^m$.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 DÉCEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. Louis BOUVIER, PUIS DE M. Charles LALLEMAND.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DES COMMISSIONS ADMINISTRATIVES.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Ch. Barrois** est élu Vice-Président pour l'année 1926.

Par la majorité absolue des suffrages, MM. **P. Appell** et **L. Guignard** sont élus membres des Commissions administratives.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

LITHOLOGIE. — *Les laves actuelles de Fouqué Kameni (Santorin).* Note de MM. **A. Lacroix** et **Const.-A. Kténas** (1).

La composition minéralogique et chimique des laves modernes du volcan de Santorin a été précisée par les travaux de F. Fouqué (2), de M. H. Washington (3) et d'autres; il résulte de l'œuvre de ces savants que le

---

(1) Séance du 16 novembre.

(2) F. Fouqué, *Santorin et ses éruptions*, Paris, 1879; *Bull. Soc. franç. minér.*, 18, 1894, p. 600.

(3) H.-S. Washington, *Congrès géol. international*, XIIe session (Canada, 1913), 1914, p. 235.

magma qui alimente ce volcan n'a subi que de très faibles variations depuis la période historique et même depuis un passé plus lointain.

Il était donc utile de procéder à l'étude des laves de l'éruption actuelle afin de voir si cette fixité de composition du magma persiste; cette recherche a été effectuée à l'aide d'un échantillon recueilli par l'un de nous ([1]) au début de l'éruption de Fouqué Kameni. C'est une lave noire, très vitreuse, riche en petits phénocristaux de feldspaths, rappelant l'aspect extérieur de celle de la longue éruption précédente (1866 à 1870). Cette analogie se poursuit dans les détails minéralogiques et structurals.

La composition moyenne des phénocristaux de plagioclase est celle du labrador, avec l'andésine et le labrador-bytownite comme extrêmes. Ils sont accompagnés de cristaux nets d'augite prédominants et d'hypersthène; il existe aussi de la magnétite titanifère. La pâte est riche en verre renfermant des microlites filiformes de plagioclase à extinctions presque longitudinales et des cristallites, plutôt que des microlites, de pyroxènes associés à de petits grains de magnétite.

C'est là la composition et la structure des formes de refroidissement brusque des laves de l'éruption précédente dont les diverses variétés ne se distinguent les unes des autres que par une cristallinité plus ou moins grande. L'analogie est surtout nette avec la lave de l'éruption sous-marine de mai 1866, qui a donné naissance aux petits îlots d'existence éphémère, appelés Ilots de mai. Les blocs incohérents de cette lave sont remarquables par des cassures parallèles donnant naissance à des cannelures superficielles plus ou moins courbes visibles sur leur surface extérieure.

Je donne ci-contre les analyses: *a*. de la lave de 1925 [(I)(II).4.(2)(3).4]; *b*. de celle des Ilots de mai [I(II).4.(2)3.4], par M. Raoult; *c*. de l'éruption de 1869 [(I)II.4.2.4]; et *d*. de Palea Kameni (éruption de l'an 46) [I'.4'.2'.4], par M. Washington.

Ces analyses ne présentent entre elles que de faibles différences; celles qui ont quelque intérêt portent sur l'alumine, la chaux et les alcalis; elles n'ont qu'un très faible retentissement sur la composition du plagioclase moyen qui est à peine plus riche en anorthite dans les laves de 1925 et de 1866. En outre, dans les laves de 1869 et de l'an 46, il existe un peu d'alumine libre virtuelle; son absence ou sa moindre importance dans les deux roches nouvellement analysées (*a* et *b*) concordent bien avec la prédominance constatée de l'augite sur l'hypersthène impliquant une quantité notable de chaux non feldspathisée.

([1]) Const.-A. Kténas, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 518 et 563.

	a.	b.	c.	d.
SiO^2	64,86	65,84	64,87	65,14
Al^2O^3	15,97	16,46	16,65	17,67
Fe^2O^3	1,88	1,39	1,46	1,59
FeO	3,89	3,80	4,21	3,33
MgO	0,95	0,91	1,42	0,95
CaO	4,02	3,50	2,88	2,96
Na^2O	4,93	4,81	5,09	5,41
K^2O	1,77	1,90	1,87	2,18
TiO^2	0,89	0,83	1,08	1,12
P^2O^5	0,21	0,22	0,23	0,19
H^2O	+0,09	0,23	0,10	0,11
»	−0,10	0,06	0,04	0,02
MnO	0,10	0,08	»	»
BaO	0,02	»	»	»
Cl	0,04	0,03	»	»
F	0,09	0,07	»	»
	99,81	100,13	99,90	100,67

d'où l'on déduit par le calcul :

	a.	b.	c.	d.
SiO^2 libre	18,2	19,4	18,0	16,9
Al^2O^3 libre	»	0,7	1,7	1,3
An pour 100	28	28	24	24

Il faut noter aussi de très petites quantités de baryum, de chlore et de fluor (dans *a.* et *b.*) qui n'avaient pas été rencontrés jusqu'à présent dans les laves de Santorin, sans doute parce que ces corps n'y avaient pas été cherchés.

La teneur en silice libre, qui n'est pas exprimée minéralogiquement, fait de toutes ces laves des *dacitoïdes à pyroxènes* de caractère andésitique, mais à la limite des types oligoclasiques.

MÉCANIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Mécanique sur la résonance de torsion des arbres à manivelles.* Note (¹) de M. **André Blondel.**

Une récente publication de M. Charles Platrier (²) m'incite à revenir aujourd'hui, pour le compléter, sur l'exposé que j'ai fait précédemment

(¹) Séance du 7 décembre 1925.

(²) Cf. Platrier, *Torsion des arbres de transmission* (Gauthier-Villars, éditeur), et *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1601.

du calcul et de la mesure de la résonance de torsion des arbres à manivelles des moteurs à explosion ([1]).

I. *Question de méthodes.* — J'avais indiqué non pas une seule, mais trois méthodes, deux générales et une approchée :

1° Dans la première méthode, on écrit une série de $2p+1$ équation linéaire (en appelant p le nombre de manivelles du moteur); mais on peut aussi bien écrire ([2]) des équations linéaires plus nombreuses correspondant à toutes les pièces successives, ramenées à des tronçons cylindriques fictifs, équivalents, de sections différentes. Une dernière $(p+1)^{\text{ième}}$, équation correspondant au mouvement du volant. L'équation de résonance s'obtient en annulant le déterminant de ces équations après avoir annulé les seconds membres. M. Platrier, dans ses applications pratiques, fait les mêmes approximations mais il calcule beaucoup plus élégamment les coefficients de l'équation de résonance en utilisant les propriétés des équations intégrales de Fredholm et de Volterra. Malheureusement, il reste toujours à résoudre ensuite l'équation de résonance.

Voici un autre procédé de calcul bien plus simple. Sans chercher à étudier la résonance en fonction de la vitesse, on en détermine directement les racines par une courbe. Attribuons une valeur arbitraire, par exemple l, à l'amplitude de la première inconnue A, (oscillation du bout libre de l'arbre manivelle) et prenons comme inconnue la vitesse harmonique ω imposée par le moteur, ou mieux son carré $\omega^2 = x$. Les $2p$ premières équations étant linéaires et récurrentes. On calcule de proche en proche les $2p$ premières variables. Les deux avant-dernières équations donnant les amplitudes de l'oscillation A_p de l'avant-dernier volant, et du couple $C_p\Theta_p$ de la dernière liaison, élastique; on en déduit leur rapport $\frac{C_p\Theta_p}{A_p}$. Pour qu'il y ait résonance, il faut que ce rapport satisfasse à l'équation du dernier volant (où $x=\omega^2$) :

$$y = \frac{C_p\Theta_p}{A_p} + xI = 0. \tag{1}$$

([1]) Cf. A. Blondel, *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 171, et **178**, 1924, p. 46, 354, 1343, 1406 et 1442.

([2]) Toutes ces équations sont exprimées directement en amplitude de sinusoïdes, en considérant qu'il s'agit d'une oscillation forcée sinusoïdale imposée par l'harmonique correspondante des couples moteurs comme il a été expliqué.

En calculant le premier membre y de cette dernière équation pour différentes valeurs de x on trace une courbe $y = f(x)$; les vitesses critiques correspondent aux points où elle coupe l'axe des vitesses. On peut aussi bien déterminer les points de rencontre de la courbe $y_1 = \frac{C_p \Theta_p}{A_p}$ avec la droite $y_2 = Ix$.

Si le volant $I = 0$, la courbe à tracer est celle de Θ_p.

Ce procédé de recherche directe des racines, s'applique à tout système d'équations linéaires récurrentes.

2° Dans la deuxième méthode, les éléments consécutifs sont ramenés à des cylindres élastiques et soumis à des couples répartis. On peut obtenir les racines comme ci-dessus ; en partant de l'amplitude du bout libre de l'arbre A_1 à laquelle on donne une valeur quelconque, par exemple l'unité, on calcule successivement à l'aide des tables des fonctions circulaires (ou de mes abaques hyperboliques si l'on tient compte des amortissements), les amplitudes A et les couples de glissement G, jusqu'à l'encastrement du dernier volant ; en appelant G_n et A_n les deux valeurs obtenues à cet encastrement et I l'inertie du volant, on construira encore en fonction de ω (ou de ω^2 si l'on néglige tous les amortissements) la courbe

$$y = \frac{G_n}{A_n} + I\omega^2. \tag{2}$$

Les vitesses critiques correspondent aux intersections de y avec l'axe des abscisses, si l'on a négligé les amortissements, ou aux ordonnées minima de la courbe dans le cas contraire.

L'amortissement n'empêche pas la résonance ; à moins qu'il ne soit trop grand, il y a toujours une résonance relative, c'est-à-dire forte amplification de l'oscillation de l'extrémité libre par rapport à l'extrémité encastrée dans le volant. Au point de vue algébrique, les termes imaginaires de la fonction y introduits par les amortissements sont compensés par des termes correspondants des seconds membres donnant les expressions des couples moteurs appliqués à l'arbre ; la *phase* d'oscillations qui figure dans ces couples se décale juste assez pour permettre cette compensation.

3° La troisième méthode, qui constitue une approximation de la précédente, permet d'écrire facilement une équation de résonance très simple

$$\sqrt{I_a C_a}\,\mathrm{tang}\,\omega\sqrt{\frac{I_a}{C_a}} + I\omega = 0 \tag{3}$$

dès que l'on a calculé l'inertie totale I_a et le couple d'élasticité total C_a de l'arbre manivelle. La difficulté se concentre uniquement sur ce dernier calcul.

II. *Position de la question de la résonance d'un arbre manivelle.* — M. Platrier (1) a classé côte à côte, sans discrimination, ma méthode n° 3 et un calcul de M. Lecornu relatif au cas d'un moteur à explosion à arbre manivelle, muni d'un volant qui entraîne une masse tournante (dynamo) par l'intermédiaire d'un accouplement élastique (2). Il y a eu au contraire entre nos deux conceptions une opposition radicale : tandis que M. Lecornu assimile l'ensemble des manivelles et tourillons du moteur, jusqu'aux paliers extrêmes exclusivement, à une masse concentrée *rigide* et *indéformable*, je l'ai assimilé à un cylindre *élastique* présentant *une inertie et une élasticité uniformément réparties*, soumis à un couple moteur, aussi uniformément réparti; et j'ai montré que l'arbre vibre en quart d'onde comme sur antenne de télégraphie sans fil, reliée à un contrepoids. Partant de deux points de vue aussi différents, il n'est pas étonnant que nous arrivions à des résultats complètement incompatibles.

Je donne ci-dessous comme exemple les calculs faits sur un moteur existant à 6 manivelles, relié par un accouplement élastique à une dynamo. Les constantes caractéristiques des appareils ont été exposées antérieurement (3). Le Tableau ci-contre présente en première ligne les résultats expérimentaux relevés par la méthode mécano-optique (4); en deuxième ligne, les valeurs calculées par ma formule approchée (3) ci-dessus; en troisième ligne les résultats obtenus en divisant l'arbre en 6 éléments (manivelles) et calculant l'équation de résonance; enfin, en dernière ligne, le résultat que donne la formule considérant l'arbre manivelle comme indéformable.

---

(1) Cf. Brochure de M. Platrier citée plus haut, p. 37.

(2) Cf. Lecornu, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1254.

(3) Cf. *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1442.

(4) Cf. *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 329, et 178, 1924, p. 1343.

Tableau synoptique des vitesses critiques.

Vitesses critiques.	Moteur avec volant.	Moteur avec volant, accouplement et dynamo.	Moteur avec simples plateaux d'accouplement et dynamo.
I. Résultats expérimentaux.....	1200 t/m	1200 t/m	Vitesse critique supérieure à la vitesse maxima réalisable de 1300 t/m
II. Résultats calculés :			
1. Constantes uniformément réparties............	1180 t/m	1180 t/m	1985 t/m
2. Arbre à 6 masses.......	1100 t/m	1105 t/m	1965 t/m
3. Arbre manivelle réduit à une masse indéformable	pas de vitesse critique	322 t/m	494 t/m

Ce tableau montre : 1° que la formule approchée (2e ligne) donne des résultats très peu différents de ceux de l'observation (1re ligne); 2° que le procédé qui consiste à traiter l'arbre à manivelle d'un moteur comme une simple inertie concentrée indéformable (4e ligne) n'a aucun rapport (et je mets quiconque au défi d'apporter ici la preuve du contraire) avec le problème que j'ai traité de la *résonance propre* d'un arbre manivelle de moteur à explosions; 3° que l'équation (3) peut remplacer les méthodes générales au moins à titre de première approximation, surtout eu égard aux éléments que l'on est obligé de négliger, c'est-à-dire les jeux qui se produisent dans les encastrements des différentes pièces et les erreurs de calcul résultant de l'application des procédés de la résistance des matériaux à des pièces très massives, et enfin les effets amortissants dus à la friction interne dans le métal.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger en remplacement de Sir *Archibald Geikie* décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 51,

M. Kamerlingh Onnes obtient. . . . . 49 suffrages
M. Torres Quevedo » . . . . 2 »

M. Kamerlingh Onnes, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

Par l'unanimité des 39 suffrages exprimés, M. **Robert Andrews Millikan** est élu Correspondant pour la Section de Physique générale en remplacement de Sir *James Dewar* décédé.

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats à la chaire d'Histophysiologie du Collège de France, pour la première ligne, M. **Justin Jolly** obtient l'unanimité de 39 suffrages.

Pour la seconde ligne, M. **Albert Guyesse-Pellissier** obtient 23 suffrages. Il y a 2 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts comprendra :

En première ligne. . . . . . M. **Justin Jolly**.
En seconde ligne . . . . . . M. **Albert Guyesse-Pellissier**.

CORRESPONDANCE.

M. **J. Breton** fait savoir à l'Académie, que l'**Office national des recherches scientifiques et des inventions** a ouvert un concours d'*Appareils avertisseurs et extincteurs d'incendie* le 7 décembre 1925, à l'Exposition des Arts décoratifs.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Leçons de Cinématique*, par Raoul Bricard. Tome I : *Cinématique théorique*. (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

2° A. Boutaric. *La Lumière et les Radiations invisibles*. (Présenté par M. D. Berthelot.)

THÉORIE DES GROUPES. — *Sur les diviseurs des produits directs abéliens finis.* Note de M. DE SÉGUIER.

Le théorème fondamental de la théorie des groupes abéliens finis est qu'ils sont produits directs de groupes cycliques. Un second théorème fondamental est qu'*à tout diviseur* H *d'un groupe abélien fini* G *répond au moins un diviseur* H′ *isomorphe à* $G|H$ *et tel que* $G|H'$ *soit isomorphe à* H. M. Châtelet en a donné une démonstration très simple, en se servant de la représentation des groupes abéliens par des modules de points. On peut la simplifier encore, en remplaçant cette représentation par la théorie des équations des groupes, d'après les indications qu'on trouvera dans mes *Éléments de la théorie des groupes de substitutions*, p. 221-222.

Je voudrais indiquer ici une extension de ce second théorème fondamental d'où résulte presque immédiatement un théorème récemment démontré par M. Châtelet (*Les groupes abéliens finis et les modules de points entiers*, p. 211-221).

Soient d'abord $X_1, \ldots, X_n$ des groupes tels que tout élément de X_i soit permutable à tout élément de X_k, et $G = X_1 \ldots X_n$. Soit Y_k le p. g. c. d. de X_k et de $X_1 \ldots X_{k-1} X_{k+1} \ldots X_n$. Je dirai que G est une *association* des X_i, et $Y_1 \ldots Y_n$ l'*associateur* des X_i ou de G. Pour $n = 2$, $Y_1 = Y_2$, et si alors G est abélien, les relations $G|X_k \equiv X_i|Y_1$, $G|Y_1 \equiv X_1|Y_1 . X_2|Y_1$ montrent que G a des diviseurs isomorphes à $X_1|Y_1$, $X_2|Y_1$, $X_1|X_1 . X_2|Y_1$, les groupes quotients respectifs étant isomorphes à X_2, X_1, Y_1.

Considérons maintenant un groupe intransitif G de constituants $X_1, \ldots, X_n$. L'*assemblage* ainsi formé des X_i peut évidemment se définir abstraitement et indépendamment de toute représentation. Je le désignerai par $(X_1 \ldots X_n)$. Chaque élément de G est un produit d'éléments des X_i. Si, dans chacun de ces produits, on supprime les facteurs appartenant à $X_{i_1}, \ldots, X_{i_h}$, on obtient un nouvel assemblage bien déterminé que je désignerai par $(X_{i_{h+1}} \ldots X_{i_n})$. Soit Y_k le p. g. c. d. de G et de $(X_1 \ldots X_{k-1} X_{k+1} \ldots X_n)$, et U le p. p. c. m. des Y_k. Je dirai que $G|U$ est l'*assembleur* des X_i ou de G. Pour $n = 2$, on a $G|Y_i \equiv X_k$ et $G|U \equiv X_i|Y_k$.

Et alors deux questions se posent : 1° un groupe G divisant le produit direct de deux groupes abéliens A, B, et ayant des diviseurs isomorphes à A et à B est-il un assemblage de deux constituants isomorphes à A et à B ? ; 2° le groupe G est-il une association de deux groupes X et Y

isomorphes à A et B, l'associateur T de X, Y jouant un rôle correspondant à l'assembleur de la question précédente, et les groupes quotients X|T, Y|T un rôle correspondant à celui des p. g. c. d. de G avec A et B dans la même question précédente ?

La réponse à ces deux questions est affirmative. Elle est contenue dans le théorème suivant, qui est l'extension annoncée du second théorème fondamental.

Théorème. — *Si un groupe* G *divise le produit direct* $\mathcal{A}$ *des groupes abéliens* $A_1, \ldots, A_n$, *et a des diviseurs (distincts ou non) isomorphes aux* A_i :

1° *On peut mettre* G *sous les deux formes* $X_1 \ldots X_n$, $(X_1 \ldots X_n)$, X_i *étant isomorphe à* A_i, *et désignant le même diviseur de* $\mathcal{A}$ *dans les deux formes, c'est-à-dire que* $\mathcal{A}$ *a des diviseurs des deux formes indiquées isomorphes à* G ;

2° *A chaque diviseur de la première forme correspond au moins un diviseur de la seconde forme jouissant des propriétés suivantes : l'associateur de* $X_{i_1} \ldots X_{i_h}$ *et de* $X_{i_{h+1}} \ldots X_{i_n}$ *dans la première forme et l'assembleur de* $(X_{i_1} \ldots X_{i_h})$ *et de* $(X_{i_{h+1}} \ldots X_{i_n})$ *dans la seconde sont isomorphes; il en est de même de leurs réciproques dans les groupes* $X_{i_1} \ldots X_{i_h}$, $(X_{i_1} \ldots X_{i_h})$ *d'une part, et de leurs réciproques dans les groupes* $X_{i_{h+1}} \ldots X_{i_n}$, $(X_{i_{h+1}} \ldots X_{i_n})$ *d'autre part.*

De ce théorème résulte presque immédiatement que G *est isomorphe au groupe quotient de* $\mathcal{A}$ *par un diviseur* F *premier à chacun des* A_i. C'est une des formes du théorème de M. Châtelet (*Ouvrage cité.*, p. 201).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété de certaines fonctions analytiques multiformes.* Note de M. **Fatou**, présentée par M. Goursat.

Les principes d'uniformisation des fonctions analytiques dus à Poincaré sont susceptibles de conduire à des propriétés générales des fonctions multiformes dont l'étude est, comme l'on sait, beaucoup moins avancée que celle des fonctions uniformes. Nous allons donner un exemple de ce mode d'investigation qui serait sans doute susceptible de diverses extensions.

Considérons une fonction $y(x)$ d'une variable complexe x possédant les deux propriétés suivantes :

1° Elle n'a dans tout le plan, en dehors des pôles, qu'un nombre fini de points singuliers : $a_1, a_2, \ldots, a_N$.

2° Son domaine de valeurs comprend des espaces lacunaires ; autrement dit, si elle n'est pas bornée, elle le devient par une transformation homo-

graphique. On peut remplacer cette seconde propriété par cette autre plus générale : $y(x)$ ne prend jamais, à l'intérieur de son domaine d'existence, les valeurs d'un certain continu linéaire.

Je vais montrer que, *si les propriétés* 1° *et* 2° *sont vérifiées, la suite des déterminations*

$$y_1(x), \quad y_2(x), \quad \ldots, \quad y_n(x), \quad \ldots$$

de la fonction $y(x)$, *admet une infinité de fonctions limites constantes.*

L'uniformisation de la fonction $y(x)$ s'obtient, comme l'on sait, en posant

$$x = f(z), \qquad y = g(z),$$

$f(z)$ étant une fonction fuchsienne de la deuxième famille et du genre zéro, existant seulement dans le demi-plan supérieur et ne prenant jamais les valeurs a_1, a_2, ..., a_N à l'intérieur de ce demi-plan; $g(z)$ une fonction méromorphe, ou même holomorphe $\left(\text{en changeant au besoin } y \text{ en } \frac{1}{y-c}\right)$ à l'intérieur de ce demi-plan. Si l'on fait décrire au point $z = \xi + i\eta$ une parallèle à l'axe imaginaire ($\xi = \text{const.}$), ce point traverse en général une infinité de polygones du réseau qui s'accumulent vers l'axe réel. Il est aisé de démontrer que si ξ n'appartient pas à un certain ensemble dénombrable, les segments découpés par une infinité de polygones ont, dans le polygone initial, des tranformés dont la longueur ne tend pas vers zéro. Dans ces conditions le point correspondant $x(z)$ ne tend vers aucune position limite et les arcs correspondant aux divers segments de la droite considérée ont au moins un continu limite λ [1]. Mais, d'autre part, des propriétés connues des fonctions holomorphes et bornées à l'intérieur d'un cercle, il résulte que si ξ est distinct des points d'un ensemble de mesure nulle, $g(z)$ possède dans ces conditions une valeur limite bien déterminée, et que les valeurs limites distinctes ainsi obtenues sont en nombre infini. On voit alors que les valeurs limites de certaines branches de $y(x)$ sur le continu λ se réduisent à une constante et l'on en déduit que $y(x)$ possède bien la propriété annoncée.

En particulier, on voit que les fonctions caractérisées par les propriétés 1° et 2° (et qui comprennent les fonctions inverses des fonctions fuchsiennes et kleinéennes à domaine d'existence limité) ont toujours une infi-

---

(1) L'arc λ est supposé tracé dans le plan muni d'une coupure reliant les points a_i et correspondant au périmètre d'un polygone fuchsien; on s'appuie sur ce fait que, dans le plan ainsi coupé, les $y_n(x)$ forment une famille normale de fonctions uniformes.

nité de déterminations. En outre, si une fonction de cette classe vérifie une équation différentielle algébrique :

$$P[y^{(p)}, y^{(p-1)}, \ldots y', y, x] = 0,$$

le polynome du premier membre est identiquement nul pour

$$y' = \ldots = y^{(p-1)} = y^{(p)} = 0.$$

CINÉMATIQUE. — *Sur un inverseur de précision ne comportant aucun système articulé.* Note de M. **Armand de Gramont**, présentée par M. Maurice d'Ocagne.

Le problème du déplacement d'un mobile selon l'inverse d'un déplacement initial donné est classique et a été maintes fois résolu, notamment par l'inverseur de Peaucellier. Nous avons eu à appliquer une telle transformation de mouvement sur une échelle étendue, le mobile initial parcourant une vingtaine de centimètres pour figurer des déplacements de 1000 à 20000^{m}, la position du deuxième mobile devant définir une longueur inverse de la première avec une approximation inférieure à 50^{m}.

Il apparut de suite que les cinq articulations de l'inverseur de Peaucellier rendaient une telle précision impossible. D'autres propositions géométriques (par exemple la hauteur d'un triangle rectangle, moyenne proportionnelle entre les segments de l'hypoténuse) furent appliquées sans plus de succès.

La précision nécessaire a pu être obtenue par le dispositif suivant : les déplacements du premier mobile sont transformés en mouvements de rotation d'un axe au moyen d'une crémaillère; cet axe entraîne, par l'intermédiaire d'une vis tangente, une came sur laquelle appuie par un galet une tige guidée portant le deuxième mobile.

Un tel dispositif ne comporte aucune articulation; tous les jeux sont rattrapés par la pression de la tige guidée qu'un ressort appuie sur la came. La précision peut atteindre le degré désiré puisqu'elle dépend de la perfection du profil de la came, lequel peut être retouché en fonction du résultat obtenu.

Mais ce dispositif ne peut convenir qu'à une certaine portion de l'échelle; l'expérience montre en effet que l'angle α de la tangente au point de contact de la came et du galet avec la ligne joignant le centre du galet au centre de rotation de la came ne doit pas descendre au-dessous d'une certaine

valeur : pour une came en acier dur, cet angle est d'environ 60°. Au-dessous de cet angle, les déplacements du galet subissent des à-coups.

Il faut donc diviser le parcours du mobile en un certain nombre de secteurs auxquels correspondent autant de cames tournant à des vitesses différentes et qui viennent successivement attaquer le même galet. Ces cames sont commandées par le mouvement du mobile initial au moyen de vis tangentes de pas différents.

Si nous supposons que le premier mobile soit animé d'un mouvement uniforme, les différentes cames entreront successivement en jeu avec des vitesses de rotation décroissantes.

Le nombre des cames dépend de l'étendue de l'échelle à inverser. Dans le cas cité plus haut, il a suffi de deux cames pour obtenir le résultat cherché, la première came opérant l'inversion de 1000 à 3000^{m}, la seconde de 3000 à 20000^{m}.

La position du deuxième mobile a pu ainsi être définie, dans la partie de l'échelle la plus défavorable, à moins d'un dixième de millimètre, alors qu'avec les dispositifs présentant des articulations les erreurs dépassaient parfois le millimètre.

ÉLASTICITÉ. — *Sur la théorie des voûtes circulaires épaisses.* Note de M. R. **Chambaud**, présentée par M. Mesnager.

On connaît deux classes générales de solutions du problème des cylindres annulaires indéfinis (élasticité à deux dimensions) qui sont d'une part les solutions indépendantes de l'angle polaire ω (solutions de Lamé) où entrent linéairement quatre constantes arbitraires, d'autre part les solutions de Ribière de la forme $f(r)\cos m\omega$ ou $f(r)\sin m\omega$, dépendant aussi linéairement de quatre constantes quand on a fixé le paramètre m, d'ailleurs quelconque. Pour avoir des solutions réelles, il faut faire m réel ou imaginaire pur [1].

1. Appelons alors *solutions principales* (réelles) celles où les efforts extérieurs s'annulent *à la fois* sur l'intrados et sur l'extrados. De telles solutions jouent naturellement un rôle essentiel. Les solutions de Lamé en fournissent un premier exemple, car on peut disposer d'une des constantes pour annuler le cisaillement et par suite des trois autres pour réaliser la condition requise.

---

(1) *Comptes rendus*, **108**, 1889, p. 561 ; **132**, 1901, p. 315.

On a ainsi le cas d'une voûte à *moment constant*. Cette solution principale a déjà été utilisée par M. Caquot dans ses études sur le barrage du Sautet, qui ont mis la question à l'ordre du jour, et que nous continuons ici d'accord avec lui.

Cherchons d'abord si des solutions principales découlent des solutions de Ribière. Nous aurons à écrire pour déterminer les constantes quatre équations linéaires et homogènes où les coefficients des inconnues sont fonctions de m. Le problème n'est donc possible que si le déterminant principal est nul, ce qui détermine m. Soient r_1, r_2 les rayons d'intrados et d'extrados, tous calculs faits on trouve que m doit satisfaire à l'équation

$$(1) \qquad \operatorname{sh} m\theta \pm m \operatorname{sh} \theta = 0, \qquad \left(\lambda = \frac{r_2}{r_1} > 1, \quad \theta = \log\lambda > 0\right),$$

dont les seules racines réelles ou imaginaires pures sont $m = \pm 1$.

Ainsi donc, *les solutions de Ribière ne permettent de former qu'une seule solution principale* (en termes finis), à savoir celle qui dérive de la solution $m = 1$.

2. Donnons donc à m cette valeur. Les formules de Ribière nous fournissent la solution particulière suivante qui représente la solution la plus générale quand t_3 est de la forme $f(r) \sin\omega$:

$$(2) \qquad \frac{n_1}{\cos\omega} = \left(lr + \frac{h}{r^3} + \frac{k+g}{r}\right), \quad \frac{n_2}{\cos\omega} = \left(3lr - \frac{h}{r^3} + \frac{k}{r}\right), \quad \frac{t_3}{\sin\omega} = \left(lr + \frac{h}{r^3} + \frac{k}{r}\right),$$

où n_1, n_2 sont les effets normaux suivant les rayons et les fibres et t_3 le cisaillement. Les déplacements u et v (radial et tangentiel) s'en déduisent par quadratures et s'écrivent

$$(3) \qquad u = \mathrm{U} \cos\omega + \mathrm{C}\omega \sin\omega, \qquad v = \mathrm{V} \sin\omega + \mathrm{C}\omega \cos\omega,$$

U, V étant deux fonctions de r et C une constante, dans lesquelles les quatre constantes arbitraires entrent linéairement.

3. La *solution principale* qui s'en déduit correspond au cas d'une résultante extérieure $\mathcal{R}$ *passant par le centre*, et si S est la section droite de la voûte, φ et ψ les rotations de l'élément radial et de l'élément de fibre, E et σ les modules de Young et de Poisson, elle s'écrit sous la forme canonique

$$(4) \qquad n_1 = \nu_1 \frac{\mathfrak{N}}{\mathrm{S}}, \qquad n_2 = \nu_2 \frac{\mathfrak{N}}{\mathrm{S}}, \qquad t_3 = \nu_1 \frac{\mathfrak{T}}{\mathrm{S}}; \qquad (\mathfrak{N} = \mathcal{R}\cos\omega, \quad \mathfrak{T} = \mathcal{R}\sin\omega);$$

$$(5) \qquad \left\{\begin{aligned} u &= \mathrm{R} r_1(\xi\cos\omega - \eta\,\omega\sin\omega), & v &= \mathrm{R} r_1(\zeta\sin\omega - \eta\,\omega\cos\omega); \\ \varphi &= \mathrm{R}\frac{d\zeta}{d\rho}\sin\omega, & \psi &= \mathrm{R}\frac{\xi + \zeta + \eta}{\rho}\sin\omega; \end{aligned}\right.$$

avec

$$\rho = \frac{r}{r_1} \quad \text{et} \quad R = -3\,\frac{1-\sigma^2}{E}\,\frac{\lambda+1}{(\lambda-1)^2}\,\frac{\mathcal{R}}{S}.$$

Dans ces formules figurent des coefficients fonctions de ρ et de λ dont nous avons dressé des tables numériques; η et ζ tendent vers *un* et ξ vers *zéro* quand l'épaisseur de la voûte tend vers *zéro*. η ne dépend d'ailleurs pas de ρ.

L'examen de φ montre que la section droite se gauchit et que sa *rotation moyenne* a pour valeur

$$(6) \qquad \varphi_0 = R\zeta'_0 \sin\omega, \qquad \text{avec} \qquad \zeta'_0 = \frac{1}{\lambda-1}\int_1^\lambda \frac{d\zeta}{d\rho}\,d\rho = \frac{\zeta_{(\rho=\lambda)} - \zeta_{(\rho=1)}}{\lambda-1}.$$

4. Il est clair qu'en combinant cette solution principale avec celle de M. Caquot on a le cas d'une résultante à ligne d'action *quelconque*. On peut alors définir l'*encastrement* d'une section droite par la condition que son centre de gravité reste *fixe* et que sa rotation moyenne soit *nulle*, et développer une théorie du *centre élastique* et de la *compensation* des variations linéaires, admettant pour cas limite $\lambda = 1$ celle des arcs circulaires minces. En particulier, dans une voûte épaisse, encastrée et d'ouverture $2\omega_0$ la réaction $\mathcal{Q}$ engendrée par une dilatation unitaire Δ, et sa distance z au centre, se trouvent données par les formules que voici (origine à la clé, r_0 rayon de la fibre moyenne)

$$(7) \qquad \frac{\Delta}{Q} = X\cos\omega_0 + H\frac{\omega_0}{\sin\omega_0} - 2\Gamma\frac{\sin\omega_0}{\omega_0}, \qquad z = r_0 Z\frac{\sin\omega_0}{\omega_0},$$

où Q est lié à $\mathcal{Q}$ comme R à $\mathcal{R}$. Les quantités X, H, Γ, Z sont des fonctions de λ qui *tendent vers un* quand l'épaisseur *tend vers zéro* et dont nous avons aussi dressé des tables numériques.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur quelques cas de mouvements irrotationnels à trois dimensions.* Note de M. **D. Riabouchinsky**, présentée par M. G. Kœnigs.

Soient

$$u = \frac{D(\psi_1, \psi_2)}{D(y, z)}, \qquad v = \frac{D(\psi_1, \psi_2)}{D(z, x)}, \qquad w = \frac{D(\psi_1, \psi_2)}{D(x, y)},$$

les composantes de la vitesse d'un mouvement fluide dont les lignes de

courant sont définies par les équations $\psi_1 = \text{const.}$, $\psi_2 = \text{const.}$ En nommant φ une fonction telle qu'il n'existe pas entre les fonctions ψ_1, ψ_2, φ de relation indépendante de x, y, z et $\mathfrak{D}$ le déterminant fonctionnel de φ_1, ψ_1, ψ_2 en x, y, z, on peut écrire

$$u = \frac{D(\psi_1, \psi_2)}{D(y, z)} = D\frac{\partial x}{\partial \varphi} = \frac{\dfrac{\partial x}{\partial \varphi}}{\dfrac{D(y, z)}{D(\psi_1, \psi_2)}}\frac{\partial \varphi}{\partial x},$$

et des relations analogues pour v et w. Si le mouvement est irrotationnel, on peut donc écrire

$$(1)\qquad \frac{\partial x}{\partial \varphi} = \frac{D(y, z)}{D(\psi_1, \psi_2)}, \qquad \frac{\partial y}{\partial \varphi} = \frac{D(z, x)}{D(\psi_1, \psi_2)}, \qquad \frac{\partial z}{\partial \varphi} = \frac{D(x, y)}{D(\psi_1, \psi_2)}.$$

Considérons le cas particulier d'un mouvement irrotationnel symétrique autour d'un axe. Si l'on pose

$$\psi_1 = \psi(z, r), \qquad \psi_2 = \text{arc tang}\,\frac{y}{x},$$

où $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, on trouve que la fonction de courant ψ et le potentiel des vitesses φ doivent vérifier les équations

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} - \frac{1}{r}\frac{\partial \psi}{\partial r} = 0, \qquad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial \varphi}{\partial r} = 0,$$

qu'on utilise généralement.

Si l'on prend comme variables indépendantes φ, ψ_1, ψ_2, on peut exprimer que le mouvement est symétrique autour de l'axe Oz en écrivant

$$z = f(r, \psi) = z(\varphi, \psi), \qquad x = r(\varphi, \psi)\cos\psi_2, \qquad y = r(\varphi, \psi)\sin\psi_2,$$

où nous avons omis l'indice de ψ_1. En substituant ces expressions dans les équations (1), on obtient les relations

$$(2)\qquad \frac{\partial r}{\partial \varphi} = -r\frac{\partial z}{\partial \psi}, \qquad \frac{\partial z}{\partial \varphi} = r\frac{\partial r}{\partial \psi}.$$

La fonction $r = r(\varphi, \psi)$ doit être, par conséquent, une solution de l'équation

$$(3)\qquad \frac{\partial^2 \log r^2}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 r^2}{\partial \psi^2} = 0.$$

La solution particulière la plus simple de cette équation est

$$(4)\qquad r = \sqrt{\psi}\, e^{\frac{\varphi}{2}}.$$

En substituant cette expression dans (2) et en intégrant, on a

$$(5)\qquad z = \frac{1}{2}(e^{\varphi} - \psi).$$

En résolvant (4), (5) par rapport à ψ et en superposant au mouvement considéré un mouvement d'ensemble, on obtient un mouvement autour d'un paraboloïde de révolution

$$\psi = -u_0\left[\frac{1}{2}r^2 + a\left(z - \sqrt{z^2 - r^2}\right)\right].$$

Considérons encore la solution particulière des équations (2), (3)

$$r = r_0\sqrt{1 - \left(\frac{\psi}{\psi_0}\right)^2}\sec\frac{r_0\varphi}{\psi_0}, \qquad z = -r_0\frac{\psi}{\psi_0}\operatorname{tang}\frac{r_0\varphi}{\psi_0}.$$

Cette solution détermine un écoulement par une ouverture circulaire de rayon r_0 en mince paroi, symétrique par rapport à cette dernière. Le flux est égal à $2\pi\psi_0$. Les équations des lignes $\psi =$ const. et des lignes $\varphi =$ const. sont :

$$\frac{r^2}{1 - \left(\frac{\psi}{\psi_0}\right)^2} - \frac{z^2}{\left(\frac{\psi}{\psi_0}\right)^2} = r_0^2, \qquad \frac{r^2}{\sec^2\frac{r_0\varphi}{\psi_0}} + \frac{z^2}{\operatorname{tang}^2\frac{r_0\varphi}{\psi_0}} = r_0^2.$$

Dans le mouvement plan correspondant les équations de ces lignes sont :

$$\frac{X^2}{\cos^2\frac{\pi}{2}\frac{\psi}{\psi_0}} - \frac{y^2}{\sin^2\frac{\pi}{2}\frac{\psi}{\psi_0}} = x_0^2, \qquad \frac{x^2}{\operatorname{ch}^2\frac{\pi}{2}\frac{\varphi}{\psi_0}} + \frac{y^2}{\operatorname{sh}^2\frac{\pi}{2}\frac{\varphi}{\psi_0}} = x_0^2.$$

Il est intéressant de remarquer que, dans ces deux problèmes, les lignes de courant et les lignes équipotentielles sont des hyperboles et des ellipses, mais leur répartition est évidemment différente.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Dispersion rotatoire de la nicotine*. Note de MM. **Thomas-Martin Lowry** et **Bawa-Kartar Singh**, présentée par M. A. Cotton.

On a trouvé [1] que les dispersions rotatoires peuvent être classées comme *simples* ou *complexes* suivant qu'elles obéissent ou non à la relation

$$\alpha = \frac{K}{\lambda^2 - \lambda_0^2}.$$

---

(1) Lowry et Dickson, *Trans. Faraday Society*, 10, 1914, p. 96.

Le travail actuel a eu pour objet de rechercher si la dispersion rotatoire de la nicotine est simple ou complexe.

La nicotine a été purifiée par des distillations répétées. L'échantillon A donnait $[\alpha]_D = 168°,2$. L'échantillon B donnait $[\alpha]_D = 169°,5$; densité à 20° par rapport à l'eau à 4° 1,00931; point d'ébullition 109° à 20^{mm} de pression. L'échantillon C donnait un pouvoir rotatoire (calculé) $[\alpha]_D = 168°,2$ à 20°. Les plus forts pouvoirs rotatoires trouvés jusqu'à présent pour la nicotine purifiée (à partir du composé avec le chlorure de zinc) ont été 169°,2 et 169°,5 [1], 168°,6 [2], 168°,0 [3].

Dispersion rotatoire de la nicotine à 20° C.

	Rotations observées.			Rapports de Dispersion.					
				Observés.					
Raies.	A (6 dm).	B (6 dm).	C (1 dm).				Moyenne.	Calculé.	Diff.
Li 6708.....	—	—755,9	—	—	0,611	—	0,611	0,610	+1
Cd 6438.....	—824,6	829,7	—	0,672	0,671	—	0,671$_5$	0,671	0
Zn 6362.....	—	854,0	—	—	0,691	—	0,691	0,690	+1
Li 6104.....	—	941,6	—	—	0,761	—	0,761	0,761	0
Na 5893.....	1018,5	1026,6	—	0,830	0,830	—	0,830	0,829	+1
Cu 5782.....	1065,3	1072,8	—	0,868	0,867	—	0,867$_5$	0,867	0
Hg 5780.....	1068,5	1075,5	—	0,871	0,870	—	0,870$_5$	0,868	+2
Cu 5700.....	1103,0	1109,5	—	0,899	0,897	—	0,898	0,898	0
Hg 5461.....	1227,3	1236,5	204,6	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	+1
Cu 5218.....	1376,2	1383,4	—	1,121	1,119	—	1,120	1,120	0
Cu 5153.....	1421,7	1429,2	—	1,158	1,156	—	1,157	1,157	0
Cu 5106.....	1455,0	1463,9	—	1,186	1,184	—	1,185	1,185	0
Cd 5086.....	1469,7	1478,7	—	1,198	1,196	—	1,197	1,197	0
Zn 4811.....	1701,8	1712,2	283,2	1,386	1,385	1,384	1,385$_5$	1,388	—3
Cd 4800.....	1711,5	1723,1	—	1,394	1,393	—	1,393$_5$	1,396	—3
Zn 4722.....	—	1800,2	297,8	—	1,456	1,456	1,456	1,459	—3
Zn 4680.....	—	—	305,4	—	—	1,493	1,493	1,496	—3
Cd 4678.....	1835,6	—	—	1,496	—	—	1,496	1,498	—2
Li 4602.....	—	—	319,7	—	—	1,563	1,563	1,567	—4
Hg 4358.....	—	—	374,6	—	—	1,831	1,831	1,830	+1
Fe 4271.....	—	—	397,2	—	—	1,941$_5$	1,941	1,943	—2
Fe 4260.....	—	—	399,7	—	—	1,954	1,954	1,958	—4
Fe 4251.....	—	—	403,0	—	—	1,969$_5$	1,969	1,971	—2
Fe 4144.....	—	—	435,2	—	—	2,127$_5$	2,127	2,129	—2
Fe 4072.....	—	—	460,2	—	—	2,249	2,249	2,248	+1
Fe 4063.....	—	—	463,0	—	—	2,263	2,263	2,263	0
Fe 4046.....	—	—	469,5	—	—	2,295	2,295	2,294	+1

(1) Ratz, *Monatsh.*, **26**, 1905, p. 1250.

(2) Jephcott, *Journ. Chem. Soc.*, **115**, 1919, p. 104.

(3) Patterson and Fulton, *Journ. Chem. Soc.*, **127**, 1925, p. 100.

Les rotations pour 27 radiations (20 mesurées par observation directe, les autres par photographie) sont données dans le Tableau ci-contre où figurent aussi les rapports de dispersion calculés par la formule suivante (α_v représentant la rotation pour la raie verte du mercure 5461) :

$$\frac{\alpha}{\alpha_v} = \frac{0,2379}{\lambda^2 - 0,06}.$$

L'examen de ce tableau montre que dans la région du spectre que nous avons étudiée, la dispersion de la nicotine est simple.

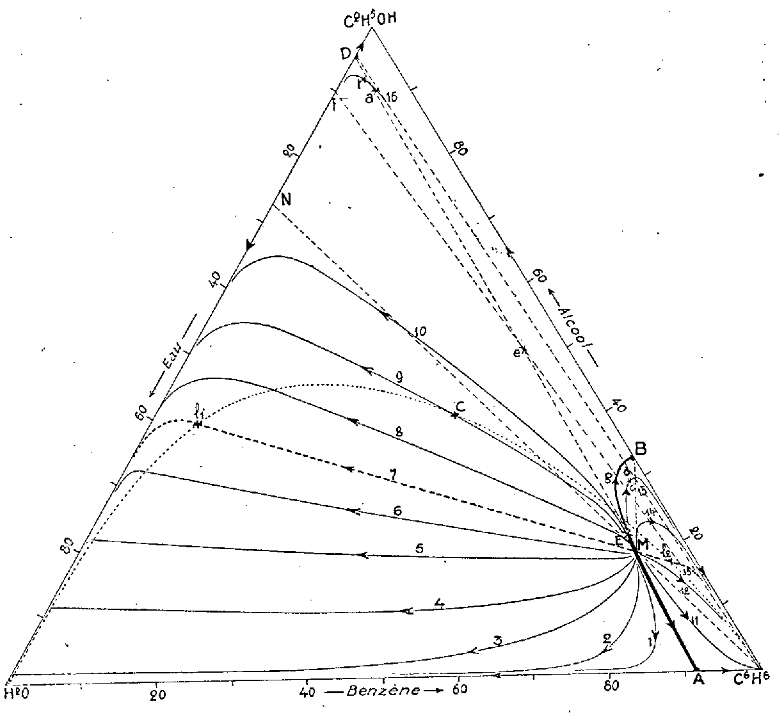
CHIMIE PHYSIQUE. — *Déshydratation de l'alcool aqueux par rectification en présence de benzène.* Note de M. **Jean Barbaudy**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dès 1902 S. Young (1), après avoir déterminé la composition du mélange eutectique ternaire M à point d'ébullition fixe (64°,85) du système alcool éthylique-benzène-eau, avait montré la possibilité de préparer l'alcool absolu par rectification de l'alcool aqueux en présence de benzène, l'eau passant dans les têtes et l'alcool absolu dans les queues. A l'aide de nos recherches sur les points d'ébullition (2) et les compositions de vapeur du système alcool-benzène-eau, nous sommes maintenant en mesure d'expliquer le principe de la méthode de S. Young.

Lorsqu'on distille sous 760mm de pression un mélange d'alcool, de benzène et d'eau, trois éventualités peuvent se produire suivant la position du point figuratif du complexe dans le triangle des concentrations du diagramme. Dans la figure, A représente le point figuratif de l'eutectique eau-benzène (69°,25), B le point figuratif de l'azéotrope alcool-benzène (68°,10) et D celui de l'azéotrope alcool-eau (78°,15). La courbe en pointillé $(H^2O)l_1Cl_2(C^6H^6)$ est la ligne de trouble. 1° Le point figuratif du complexe se trouve dans le champ $(C^2H^5OH)BMeD$; par distillation le point figuratif du résidu liquide tend vers le sommet alcool. 2° Le point figuratif du complexe se trouve dans le champ $(C^6H^6)BMA$; par distillation le point figuratif du résidu liquide tend vers le sommet benzène (lignes 11, 12, 13, 14). 3° Le point figuratif du complexe se trouve dans le champ $(H^2O)AMeD$; par distillation le point figuratif du résidu liquide tend vers

(1) *Journ. of Chem. Soc.*, **81**, 1902, p. 707.
(2) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1924.

le sommet eau (lignes 1, 2, ..., 10). Les courbes MA, MB, MD sont des lignes infranchissables quelle que soit l'opération, distillation fractionnée ou non, rectification, etc. subie par le mélange. Ce sont des limites à la séparation des mélanges ternaires comme les azéotropes à la séparation des mélanges binaires.



Système alcool-benzène-eau. Courbes et champs de distillation.

Cela étant un alcool hypoazéotropique, titrant moins de 95,57 pour 100 d'alcool a son point figuratif *f* situé sur le côté (H^2O)D, il appartient donc au champ de distillation de l'eau. Par addition de benzène en quantité suffisante à l'alcool *f*, il est possible de faire passer le point figuratif du complexe du champ III dans le champ I (point *e*) et d'obtenir un résidu d'alcool absolu par distillation. Il ne faut cependant pas ajouter une quantité de carbure telle que le point figuratif du complexe arrive dans le champ II (point *g*), car on aurait alors du benzène comme résidu. L'alcool à rectifier doit être plus riche que le mélange renfermant environ 73 pour 100 d'alcool, dont le point figuratif N est déterminé par l'intersection de la droite (C^6H^6)M avec le côté alcool-eau. Dans le cas contraire la droite joignant le point figuratif de l'alcool à rectifier au sommet benzène ne traverse pas le champ de

distillation de l'alcool, et par conséquent il est impossible d'obtenir un résidu d'alcool absolu par distillation.

Si l'on réunit les liquides de tous les plateaux d'une colonne et qu'on prenne la composition globale du mélange ainsi obtenu, cette composition donne un point du diagramme qui représente la colonne (plus exactement, le mélange mis en jeu dans la colonne), ou, si l'on veut, le centre de gravité de la rectificatrice. Tirons alors la droite joignant le point M au sommet alcool. Lorsque le point figuratif de la colonne se trouve dans la région $MB(C^2H^5OH)M$, les points figuratifs des liquides des plateaux tendent à décrire du haut en bas de la colonne le chemin MB-alcool.

Au contraire, lorsque le point figuratif de la colonne se trouve dans la région MD(alcool)M, les points figuratifs des liquides des plateaux tendent à décrire le chemin MD-alcool. Suivant la proportion de benzène introduit on peut, avec un même alcool à déshydrater, travailler sur le chemin MB-alcool ou MD-alcool et obtenir dans tous les cas un résidu d'alcool absolu. Le premier est sans doute plus avantageux pour éliminer l'eau et c'est lui qu'on emploie industriellement. Mais à cause de la grande quantité de benzène employé, l'alcool anhydre ainsi obtenu renferme toujours des traces de carbure qui le rendent impropre à l'alimentation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la concentration en ions* H *sur la vitesse de floculation de quelques colloïdes négatifs.* Note de M. **A. Boutaric** et Mme **Y. Manière**, présentée par M. Daniel Berthelot.

1. On admet généralement — sans fournir de preuves expérimentales bien nettes à l'appui de cette assertion — que la floculation d'une solution colloïdale est déterminée uniquement par l'ion du sel dont la charge électrique est de signe opposé à celle du granule colloïdal. Dans le cas d'un colloïde négatif, par exemple, la floculation ne dépendrait que du cation du sel.

Nous nous sommes proposé de soumettre cette opinion au contrôle expérimental en étudiant la floculation des sols de sulfure d'arsenic, des suspensions de gomme-gutte et de résine-mastic, sous l'influence de divers acides. Si la floculation est provoquée par les ions H, sa vitesse devra être une fonction de la concentration de ces ions indépendante de la nature de l'acide qui les produit.

2. A 25^{cm^3} du sol, on ajoute 25^{cm^3} d'une solution acide et l'on détermine la durée t de la floculation. D'autre part, à 25^{cm^3} de la solution acide utilisée, on ajoute 25^{cm^3} d'eau, de manière à constituer une solution dont la teneur en acide soit la même que celle réalisée dans le mélange de sol et d'électrolyte dont on observe la floculation ; on mesure la concentration pH en ions H de la solution électrolytique ainsi diluée. On répète les mesures avec des doses différentes d'acide correspondant à des durées variables de floculation. On représente graphiquement les variations de t en fonction de pH.

Les expériences ont été faites avec les acides suivants : chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, azotique, métaphosphorique, acétique, trichloracétique, formique, lactique, sulfurique, oxalique, tartrique, succinique.

3. Dans le cas de la gomme-gutte, les courbes relatives aux acides chlorhydrique, bromhydrique, azotique, lactique, sulfurique, tartrique, oxalique, sont pratiquement confondues, tout au moins pour les durées de floculation inférieures à une heure. Il n'en est plus ainsi des courbes relatives aux acides iodhydrique, métaphosphorique, formique, acétique, trichloracétique.

Pour la résine-mastic, les courbes relatives aux acides chlorhydrique, bromhydrique, azotique, lactique, tartrique, sont pratiquement confondues sur une assez grande étendue; celles relatives aux autres acides présentent des écarts appréciables; cependant, toutes les courbes tendent à se confondre pour les faibles durées de floculation.

Dans le cas du sulfure d'arsenic, les courbes relatives aux acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, sont pratiquement confondues; celles relatives aux acides oxalique et sulfurique, très rapprochées l'une de l'autre, sont au-dessus des précédentes; celles relatives aux acides azotique, métaphosphorique, trichloracétique, s'en écartent plus ou moins notablement.

Si l'on construisait des graphiques analogues en portant en ordonnées les durées de floculation, et en abscisses les normalités des solutions acides réalisées dans les sols, on obtiendrait des courbes toujours nettement séparées. Le facteur le plus important dans la floculation n'est donc pas la concentration en acide exprimée par la normalité, mais la concentration en ions H.

On pourrait songer à interpréter les écarts observés en admettant, soit que les vitesses d'adsorption des ions H ne sont pas les mêmes dans les divers milieux acides considérés, soit que le radical acide peut subir, lui

aussi, une certaine adsorption; cette adsorption rendrait compte, en même temps, des phénomènes de protection que nous avons signalés dans la floculation des solutions colloïdales (¹).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'influence d'une charge électrostatique sur la conductibilité superficielle d'une lame de sel gemme.* Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. Jean Perrin.

Ainsi que je l'ai montré (²), il y a lieu de considérer en général dans un cristal deux conductibilités, une conductibilité en volume augmentant rapidement avec la température mais qui, à la température ordinaire, est le plus souvent négligeable et une conductibilité superficielle qui ne se manifeste au contraire qu'aux températures peu élevées et qui varie avec l'état hygrométrique ambiant en sorte qu'on peut l'attribuer à l'adsorption par le cristal d'une couche d'humidité. Cette couche conductrice, en raison de son épaisseur extrêmement faible, paraît devoir particulièrement se prêter à l'observation du phénomène étudié par Perkins (³) sur des couches minces d'or et de graphite, savoir l'influence de l'électrisation sur la conductibilité.

J'ai fait l'essai sur une lame de sel gemme de 8^{mm} d'épaisseur et quelques centimètres de côté. La lame, isolée par de la feuille de mica sur ses faces latérales et sa face inférieure, est recouverte d'un papier d'étain formant écran électrique vis-à-vis de la masse intérieure. Cet écran est partagé en son milieu par une fente de 1^{mm} de large environ, en deux électrodes A et B qu'on relie aux deux pôles d'une pile de 74 volts dont le milieu est au sol et dans le circuit de laquelle est un galvanomètre. La liaison se fait par l'intermédiaire d'un commutateur inverseur qui permet de changer à volonté la polarité des électrodes. Sur la face supérieure de la lame de sel gemme repose une large feuille de mica de dimensions notablement plus grandes que la lame et de $0^{cm},003$ d'épaisseur. Cette feuille est elle-même recouverte au niveau de la fente d'une bande d'étain sur laquelle repose une masse de laiton qui assure les contacts et qui, par l'intermédiaire d'un commutateur isolé, peut être soit mise au sol, soit reliée à tra-

(¹) A. Boutaric et Mlle G. Terreau, *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 46 et **180**, 1925, p. 1337. — A. Boutaric et Mme Y. Manière, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1841.

(²) *Annales de l'Université de Grenoble*, **1**, n° **2**, 1924, p. 133.

(³) *Journal de Phys. et Radium*, 4e série, **4**, n° **6**, 1923, p. 246.

vers une résistance d'un mégohm à l'un quelconque des pôles d'une batterie de 920 volts dont le second pôle est au sol. Une bande d'étain collée sur le pourtour de la feuille de mica et qui est maintenue à la terre sert d'anneau de garde.

Le condensateur ainsi constitué est enfermé dans une étuve à température constante, voisine de 25°, au-dessus d'un cristallisoir contenant un mélange d'eau et d'acide sulfurique qui entretient dans l'étuve un état hygrométrique constant et pas trop élevé.

Le Tableau suivant donne, en microampères, les valeurs observées pour le courant, chacune d'elles étant d'ailleurs la moyenne de celles qui correspondent aux deux sens de passage :

Couche neutre	0,1322
Couche électrisée positivement	0,1430
Couche électrisée négativement	0,1198

En représentant par 1 le courant dans la couche neutre, le courant dans la couche positive est 1,082 et 0,906 dans la couche négative. Ces valeurs représentent celles qu'on observe lorsque le régime permanent est établi. Au moment de sa création, le courant est notablement plus intense, puis baisse lentement par un phénomène analogue à la polarisation. On pourrait supposer que cette polarisation, variable avec la nature des ions qui la déterminent et par suite avec l'état d'électrisation, est en grande partie l'origine des différences observées. En fait, les rapports des premiers arcs d'impulsion, correspondant à des passages de courte durée du courant, sont sensiblement les mêmes que ceux des élongations permanentes.

Le phénomène présente ceci de particulier que les ions positifs ont une mobilité plus grande que les ions négatifs, ce qui paraît exclure l'hypothèse que ces ions soient ceux de NaCl; il semblerait plutôt qu'il s'agit des ions de l'eau H et OH, dans tous les cas d'ions empruntés au milieu ambiant.

Les différences de conductibilité observées s'atténuent rapidement quand, l'état hygrométrique devenant plus élevé, la conductibilité superficielle augmente; toute influence de l'électrisation disparaît lorsque, dans les conditions de l'expérience, le courant devient de l'ordre du microampère.

Par contre, les écarts s'exagèrent lorsque, en atmosphère sèche, la conductibilité superficielle devient très petite. C'est ainsi que pour un courant qui, dans la couche neutre, n'était plus que de 0,008 microampère, ce

courant était multiplié par 1,828 par électrisation positive, par 0,215 par électrisation négative. Toutefois le phénomène apparaît alors comme irrégulier et s'atténue par passage prolongé du courant. La mobilité des ions à la surface du sel est devenue très faible et, après électrisation de la couche, on ne retrouve pas la même valeur pour la conductibilité lorsqu'on la ramène à l'état neutre.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un procédé facile de préparation du fluor.* Note de MM. **P. Lebeau** et **A. Damiens**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Au cours de ses recherches sur la préparation et les propriétés du fluor, Henri Moissan avait déjà eu l'occasion de constater que l'acide fluorhydrique anhydre n'attaquait pas le cuivre, ce qui lui avait permis de remplacer le tube en U en platine de son premier appareil par un tube en cuivre. Le platine restait cependant nécessaire pour les électrodes. Depuis, Argo, Mathews, Humiston et Anderson (¹) ont montré qu'il était possible de préparer du fluor par l'électrolyse d'un bain de fluorhydrate de fluorure de potassium KF.HF fondu, dans un récipient de cuivre, avec une électrode positive en graphite pur. Plus récemment, Meyer et Sandow (²), puis J. Simons (³), ont utilisé ce même procédé, avec des variantes dans le dispositif des appareils employés.

Malgré la substitution du graphite au platine pour l'électrode positive, substitution qui, au point de vue économique, constitue un réel progrès, l'électrolyse du fluorhydrate de fluorure de potassium fondu est encore une préparation du fluor d'une réalisation difficile et exigeant des précautions minutieuses pour l'obtention d'un gaz pur. Nous avons en effet constaté, à la suite d'une étude critique de cette préparation du fluor, que cet élément peut être accompagné, pour de faibles variations de la force électromotrice au cours de l'électrolyse, par des fluorures de carbone provenant de l'attaque de l'électrode positive en graphite.

D'autre part le fluorhydrate de fluorure de potassium fondu perd des quantités assez considérables d'acide fluorhydrique par l'action seule de la chaleur, et si le rendement en fluor peut être considéré comme satisfaisant pour l'énergie électrique consommée, il est relativement faible par rapport

---

(¹) Argo, Mathews, Humiston et Anderson, *J. Phys. Chem.*, 23, 1919, p. 348.
(²) Meyer et Sandow, *Berichte*, 54, 1921, p. 759.
(³) J. Simons, *J. Amer. Chem. Soc.*, 46, 1924, p. 2175.

à l'acide fluorhydrique disparaissant du bain. L'enrichissement en fluorure de potassium, au cours de la préparation même, élève la température de fusion du bain et rend plus facile l'attaque de l'électrode en graphite. Un autre inconvénient grave, résultant de cette élévation de température, est l'attaque du récipient en cuivre contenant le sel fondu, attaque qui peut aller jusqu'à la perforation.

Nous avons réussi à mettre au point un procédé de préparation du fluor beaucoup plus pratique, et reposant sur les principes suivants :

1° Emploi, comme électrolyte, d'un fluorhydrate de fluorure alcalin ou d'un mélange de fluorhydrates de fluorures alcalins, plus riche en acide fluorhydrique que MF.HF, dont le point de fusion soit compris entre 0° et 150°. Le composé KF.3HF, isolé pour la première fois par H. Moissan et que l'on peut préparer facilement en ajoutant à un poids déterminé d'acide fluorhydrique anhydre la quantité correspondante de fluorhydrate KF.HF, fond à 56° et se prête parfaitement à cette opération.

2° L'électrolyse d'un tel bain, lorsque la température ne dépasse pas 150°, peut être faite en employant, pour l'électrode positive, un métal usuel, tel que le fer ou le nickel. Ce dernier métal a été choisi en raison de sa pureté plus grande, surtout au point de vue du carbone.

3° Lorsque, dans l'appareil même de Moissan, on essaie d'utiliser une électrode positive en cuivre, ce métal se recouvre très rapidement d'un composé fluoré empêchant le passage du courant, fait déjà utilisé par Poulenc et Meslans pour réaliser entre les deux électrodes en platine de leur appareil à fluor, une paroi isolante.

Par application des principes ci-dessus énoncés, nous avons réalisé un appareil des plus simples qui nous a conduits à une production facile de l'élément fluor.

Le fluorhydrate de fluorure KF.3HF est placé dans un récipient de cuivre ou de nickel, qui constitue l'électrode négative. Au centre du bain, selon l'axe du récipient, est disposée une électrode positive, constituée par une baguette de nickel de 8mm de diamètre. Cette électrode est entourée par un récipient de cuivre ayant la forme d'une bouteille, dont elle traverse le col et atteint presque le fond. Sur l'épaulement de la bouteille se trouve un tube servant au dégagement du fluor, et à la partie inférieure et latéralement des perforations permettent le passage de l'électrolyte.

Le sel étant porté à sa température de fusion, on fait passer le courant dans l'appareil, le fluor se dégage immédiatement, autour de l'électrode positive en nickel, tandis qu'il se fixe sur les parois de la bouteille en cuivre

également positive, avec formation de l'enduit isolant cette dernière du circuit. Les rendements sont très satisfaisants et supérieurs à ceux obtenus jusqu'ici.

On peut donc considérer comme résolue la préparation facile du fluor et affirmer que le procédé que nous venons d'indiquer fait disparaître le principal obstacle qui s'opposait à la connaissance plus approfondie des propriétés et des applications de cet intéressant corps simple.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'ortho-méthylcyclohexanone monochlorée.* Note de MM. **Marcel Godchot** et **Pierre Bedos**, présentée par M. Moureu.

La chloruration de la méta- et de la para-méthylcyclohexanone nous ayant fourni quelques résultats assez intéressants ([1]), nous nous proposons de faire connaître dans cette Note ceux que nous avons obtenus en partant de l'orthométhylcyclohexanone.

Si l'on soumet cette cétone soit à la chloruration directe telle que la réalisaient Kötz et Steinhorst ([2]), en présence d'eau et de carbonate de chaux, soit en utilisant comme agent de chloruration la monochloro-urée ([3]), on obtient dans les deux cas, avec un excellent rendement, un seul dérivé monochloré $C^7H^{11}OCl$ qui, contrairement à l'assertion des chimistes allemands ([4]), bout à 78°-79° sous 14^{mm}; sa densité à 16° est égale à 1,099 et son indice de réfraction par rapport à la raie D, et à la même température, est représentée par 1,4696 (R. M. trouvée, 37,13; calculée, 37,35).

Avec les méta- et para-méthylcyclohexanones, nous avons signalé au contraire l'obtention d'un mélange de deux dérivés monochlorés *cis* et *cis-trans* dont la genèse peut s'expliquer, d'après nous, par l'existence d'un énol transitoire ([5]). Dans le cas actuel, on constate bien la présence d'un énol (coloration rouge avec le perchlorure de fer), mais l'équilibre entre l'énol et la cétone chlorée ne peut conduire qu'à un seul dérivé chloré,

---

([1]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 295, et **178**, 1924, p. 1374.

([2]) *Annalen der Chemie*, **379**, 1911, p. 16.

([3]) *Bulletin de la Société chimique de France*, **31**, 1922, p. 102 et 177.

([4]) Ces chimistes indiquaient 98°-100° sous 15^{mm}.

([5]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 296.

toujours le même, ce qui n'est pas le cas pour les autres cétones chlorées méta et para :

$$\begin{array}{ccc} CH^2 \quad CCl.CH^3 & & CH^2 \quad CCl.CH^3 \\ H^2C\langle \;\; \rangle CO & \rightleftharpoons & H^2C\langle \;\; \rangle C(OH) \\ CH^2 \quad CH^2 & & CH^2 \quad CH \end{array}$$

Nous avons attribué au dérivé monochloré de l'orthométhylcyclohexanone la constitution de la chloro-1-méthyl-1-cyclohexanone-2- et non pas celle de la chloro-3-méthyl-1-cyclohexanone-2- donnée par Kötz et Steinhorst.

En effet, ce produit, distillé en présence de quinoléine, perd une molécule d'acide chlorhydrique en fournissant avec un rendement de 60 pour 100 la méthyl-1-cyclohexène-Δ_6-one-2-, identique à celle obtenue par Wallach [1] par une autre voie

$$\begin{array}{c} CH \quad C-CH^3 \\ H^2C\langle = \rangle CO \\ CH^2 \quad CH^2 \end{array}$$

Cette cétone non saturée, régénérée de sa semicarbazone fusible vers 193°, bout vers 170°-171° (corr.); $d_{17} = 0,956$; $n_D^{17} = 1,4646$; R. M. trouvée, 31,78; R. M. calculée, 32,01. L'oxime, constituée par de longs prismes, est fusible à 62° et le dérivé benzoylé de cet oxime est fusible à 142°-143° comme l'indique Wallach. Par action de CH^3MgI sur cette cétone, nous avons reproduit le cantharénol (diméthyl-1-2-cyclohexène-Δ_6-ol-2-) signalé par Haworth [2] et bouillant vers 71°-73° sous 23^{mm} ($d_{15} = 0,9313$; $n_D^{15} = 1,4647$; R. M. trouvée, 37,39; R. M. calculée, 37,95). La phényluréthane de cet alcool est constituée par de beaux cristaux, fusibles à 105°, que nous avons obtenus en faisant réagir l'isocyanate de phényle, à froid, sur l'alcool dissous dans la ligroïne.

Nous signalerons également une particularité intéressante relative au dérivé monochloré de l'ortho-méthylcyclohexanone : alors que les dérivés monochlorés des deux autres isomères nous avaient fourni, par action de CH^3MgI, les diméthylcyclohexanones correspondantes, celui de l'ortho, au contraire, ne nous a pas donné, dans les mêmes circonstances, de cétone diméthylée. Nous avons en effet surtout obtenu, comme produit de la

---

(1) *Annalen der Chemie*, **359**, 1908, p. 303.

(2) *Journal of the chemical Society*, **103**, 1913, p. 1246.

réaction, un carbure, le triméthyl-1.1.2-cyclohexène-Δ_2,

$$H^2C\langle\begin{matrix}CH^2 - CH^2\\ CH = C - CH^3\end{matrix}\rangle C\langle\begin{matrix}CH^3\\ CH^3\end{matrix}$$

(Eb. 144°-146; $d_{14} = 0,862$; $n_D^{14} = 1,4590$) assez difficile du reste à obtenir dans un état de pureté satisfaisant, car il est mélangé à une petite quantité d'un diméthylcyclohexadiène dont l'origine peut s'expliquer par l'arrachement d'une molécule de HCl lors de la réaction considérée; le chlore faisant partie d'un groupement $>C\langle\begin{matrix}Cl\\ CH^3\end{matrix}$ et étant dès lors plus facilement éliminable.

HYDROLOGIE. — *Radioactivité des eaux minérales d'Hammam Meskoutine (Algérie)*. Note de MM. **I. Pouget** et **D. Chouchak**, présentée par M. Ch. Moureu.

La station thermale d'Hammam Meskoutine se trouve sur la ligne du chemin de fer de Constantine à Duvivier, à 112^{km} de Constantine.

Les eaux minérales qui l'alimentent sont remarquables par leur thermalité très élevée, et certaines par l'importance de leur débit.

Au voisinage immédiat de la station, sur un plateau de travertin, dix sources, dont les températures sont comprises entre 94 et 96°, émergent au voisinage des bords du plateau. Ces eaux se réunissent, s'écoulent à travers les dépôts cristallins qu'elles ont formé sur le flanc du plateau, en formant un groupe de cascades d'une cinquantaine de mètres de longueur et d'une quinzaine de mètres de hauteur, pour se déverser dans l'oued Chedakra.

Le débit de cet ensemble de sources, qu'on désigne sous le nom de grande cascade, est évalué par le Service des Mines à 500^{l} à la seconde. Deux de ces sources sont captées et leurs eaux sont conduites par des canalisations ouvertes aux établissements thermaux européen et indigène.

Sur ce même plateau quatre sources importantes déversent leurs eaux sur le talus de la ligne du chemin de fer. Leur température est comprise entre 87 et 91°,5. Elles ne sont pas utilisées.

Le plateau est parsemé d'anciennes émergences, aujourd'hui bouchées, en forme de cônes ou de colonnes atteignant quelquefois plusieurs mètres

de hauteur. Deux autres sources, moins importantes que les précédentes, y émergent encore : elles ont respectivement 86 et 91°,5.

Toutes ces eaux sont bicarbonatées calciques, légèrement sulfureuses, elles sont peu radioactives, ce qui n'est pas surprenant étant donnée leur température très élevée. On a trouvé :

	Source des piscines indigènes.	Source des bains européens.	Grande cascade		Cascade du chemin de fer.
			Source n° 2.	Source n° 3.	
Température	96°	86° (1)	96°	96°	91°,8
Résistivité	524°	524°,5	529°	529°	519°
Radioactivité en millimicrocuries.	0,0	0,06	0,07	0,11	0,37

Les gaz qui se dégagent de la grande cascade ont la composition suivante :

Acide carbonique	970
Hydrogène sulfuré	7
Azote	23

Leur radioactivité est de 2,4 millimicrocuries par litre.

Le long des bords de l'oued Chedakra émergent de nombreuses sources presque toutes radioactives. Ce sont, en remontant le lit de l'oued sur un parcours de 2^{km} environ à partir de la première :

	Température.	Résistivité.	Radioactivité.
	°	ohms	Mm
Aïn (source) Galéa n° 1	59	535	8,5
» n° 2	80	536	3,9
Source du pont (ferrugineuse utilisée comme boisson)	83,8	540	4,0
Source du palmier et de l'olivier	64,5	542	13,7
Source du cône (sulfureuse)	94	524	0,0
Aïn Smara (près de ruines romaines)	78	537	3,98
Aïn Samba	77	530	9,4
Aïn el Hadjar	75	526	1,1
Ras el Ma n° 1	79	544	5,4
» n° 2	83	537,5	5,0

Toutes ces sources se déversant dans le lit du ruisseau élèvent la température de ses eaux au voisinage de 40° ; les indigènes viennent s'y baigner en grand nombre.

Comme l'indiquent les mesures de résistivité, ces eaux ont des composi-

(1) Température prise dans le bassin de captage, la source étant inaccessible.

tions chimiques assez voisines. On constate cependant : que toutes les sources chaudes, de 91 à 96° sont sulfureuses et émergent toutes, sauf une (source du cône) sur le plateau; elles sont gazeuses, fortement incrustantes, laissant d'abondants dépôts calcaires. Tandis que les sources plus froides, toutes plus ou moins radioactives, ne sont pas gazeuses, ne donnent presque pas de dépôts calcaires et sont toutes légèrement ferrugineuses.

SISMOLOGIE. — *Sur des phénomènes sismiques produits avant et depuis l'éruption du volcan de Santorin.* Note (1) de M. **N.-A. Critikos.**

Nous allons nous occuper de quelques phénomènes géodynamiques qui se sont produits avant et après le commencement de l'éruption du volcan de Santorin.

Quatre jours avant que le volcan entrât en activité, le 7 août de cette année, une secousse très violente a été enregistrée à Athènes par le sismographe de l'Observatoire, système Wiechert (p. h. masse 1000^{kg}).

Voici l'analyse de ce sismogramme :

Phase.	Heure. (t. m. de Gr.)	Période.	Amplitude. A_N.	Amplitude. A_E.
	h m s	s	μ	μ
iP_E..........	6.47.57	6		+ 2,75
iS...........	48.50	6	+ 5,5	+ 8
L............	49.01	7	+ 6,5	+ 11
M_1..........	49.22	4	+ 83	»
M_2..........	49.35	5	+100	— 75
M_3..........	49.55	7	»	+152
M_4..........	50.11	6	+168	+123
M_5..........	51.02	6	—109	»
M_6..........	51.38	7	»	— 63
M_7..........	51.48	6	— 60	»
M_8..........	52.14	6	— 60	»
F...........	7.15.00	»	»	»

De ces données il faut conclure que l'épicentre se trouve à peu près à l'est d'Athènes et à une distance de 480^{km}. Les coordonnées géographiques trouvées par le calcul sont : $\lambda = 29°05'$ E. Gr.; $\varphi = 38°40'$ N. Cette

(1) Séance du 30 novembre 1925.

secousse a été enregistrée par plusieurs autres sismographes que celui d'Athènes (¹).

Ces résultats coïncident assez bien avec les données des autres sismographes ainsi qu'avec les renseignements macrosismiques (²), qni nous apprennent que ce tremblement de terre a violemment secoué le vilayet de Smyrne où des villages ont été entièrement détruits, où d'autres ont subi des dégâts importants et où le nombre des victimes parmi les habitants n'a pas été insignifiant. L'épicentre de ce séisme est situé sur le prolongement en Asie Mineure de la zone volcanique des Cyclades, qui commence à Calamaki et comprend la presqu'île de Methana et les îles d'Égine, Milo, Antimilo, Polinos, Kimolos, Antiparos, Santorin, Christiani, Nisyros et Kos et aboutit en face de cette dernière île sur les côtes de l'Asie Mineure.

Ce fort tremblement de terre a été précédé, deux jours auparavant, le 5 août, d'un autre intense, également enregistré par le sismographe d'Athènes à $3^h 2^m 30^s$ (temps de début); la distance épicentrale d'après ce sismogramme est également de 480^{km}. De plus, cette violente secousse a été suivie de plusieurs autres plus faibles; le sismographe Wiechert d'Athènes a enregistré cinq chocs dans les premières 24 heures et huit jusqu'à la fin d'août, tous provenant de la même région, comme il résulte de leur distance épicentrale et de l'aspect des sismogrammes; les plus intenses de ces chocs étaient ceux des 16, 18 et 28 août, enregistrés et par d'autres sismographes (¹).

Quant à Santorin, depuis le début de l'activité du volcan jusqu'à aujourd'hui, aucune secousse n'a été signalée dans les onze villages de Santorin et dans les bourgs des îles voisines : 1° Io, Anaphi, Sikinos et Pholégandros; aucune secousse provenant de cette région n'a été enregistrée par le sismographe d'Athènes. Avant le début de l'activité du volcan, seulement le 10 juillet à $20^h 40^m$ et le 18 juillet à 0^h ont été perçues à Phira deux faibles secousses, non enregistrées par le sismographe d'Athènes, secousses d'un caractère tout à fait local, assez communes dans cette région.

La manifestation intense de l'énergie sismique mentionnée ci-dessus et qui s'est produite peu avant le début de l'activité du volcan, dans la position que nous avons déterminée plus haut et à une distance relativement pas

---

(¹) *Bulletin provisoire du Bureau central sismologique de Strasbourg*, août 1925, p. 34.

(²) Journal d'Athènes *Hestia* du 10 août 1925.

grande, vers le nord-est du volcan et dans la direction de la ligne Santorin-Christiani ([1]), ne nous paraît cependant pas sans rapport avec les causes qui ont provoqué le paroxysme du volcan.

Cela pourrait même constituer un sujet de recherches spéciales destinées à déterminer les relations tectoniques qui peuvent exister entre la zone volcanique des Cyclades et les centres sismiques qui l'entourent, et parmi lesquels quelques-uns ont récemment été le point de départ de secousses dont les ondes se sont transmises à des distances assez grandes, fait qui démontre la profondeur et l'étendue de la perturbation qui les a produites.

Pendant notre court séjour à Phira, le 13 septembre, nous avons fait avec M. A. Livathinos, aide météorologiste à l'Observatoire d'Athènes, une observation sur les éléments magnétiques. Nous avons trouvé comme valeur de déclinaison de l'aimant 1°50',0 W et de l'inclinaison 51°55',37. Cette valeur de la déviation de l'aiguille magnétique est un peu différente de 2° à peu près de celle qui résulte de la disposition générale des lignes isoclines.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le produit fermentaire extrait des graines de divers* Rhamnus *ou Rhamnodiastase*. Note de MM. **M. Bridel** et **C. Charaux**, présentée par M. L. Guignard.

Il y a déjà de nombreuses années que divers auteurs ont signalé la présence d'un ferment particulier dans les graines du *Rhamnus infectoria* L., qui hydrolysait le glucoside de ces graines, le xanthorhamnoside (xanthorhamnine). Citons W. Stein (1868), C. Liebermann et O. Hormann (1879), M. Ward et J. Dunlop (1887), Perkin et Geldard (1895). En 1897, Duclaux donna le nom de *rhamnase* à ce ferment particulier.

C. et G. Tanret (1899) ont préparé un produit fermentaire avec les mêmes graines. Ils ont appelé ce produit *rhamninase* parce qu'ils avaient obtenu avec lui l'hydrolyse du xanthorhamnoside (xanthorhamnine) en rhamnétol (rhamnétine) et rhamninose, hexotriose nouveau.

C. Charaux (1924) a retiré des graines de *Rhamnus utilis* Dcne, de *Rhamnus Frangula* L. et de *Rhamnus cathartica* L., un produit fermentaire qu'il considère comme identique à la rhamninase de C. et G. Tanret. Il a réalisé, avec ce produit, l'hydrolyse du rutoside (rutine) et il a obtenu un glucide nouveau, le rutinose, qu'il a retrouvé ensuite dans l'hydrolyse, par

([1]) Friedlænder und R. A. Sonder, *Zeitschrift für Vulkanologie,* Band 8, Heft 1, Tafel VI.

le même ferment, d'un autre glucoside, le datiscoside (datiscine). M. Bridel (1924) a hydrolysé, avec le produit fermentaire de C. Charaux, le gentiacauloside (gentiacauline) et le monotropitoside. Il a obtenu un xyloglucose cristallisé, le primevérose.

Le produit fermentaire des graines de *Rhamnus* effectue donc l'hydrolyse de plusieurs séries de glucosides, glucosides à primevérose ou primevérosides, glucosides à rutinose ou rutinosides, glucosides à rhamninose ou rhamninosides. A cause de cette diversité, il nous a paru difficile de conserver à ce produit le nom de rhamnase ou celui de rhamninase et nous avons toujours désigné jusqu'ici ce produit sous l'épithète « ferment des graines de *Rhamnus* » ou « produit fermentaire extrait des graines de *Rhamnus* ». Ces épithètes sont un peu longues et nous avons pensé les remplacer par un seul nom qui rappellera à la fois l'origine du produit et sa nature fermentaire, mais sans préjuger des ferments qu'il renferme. Nous proposons le terme de *Rhamnodiastase*.

Préparation de la rhamnodiastase. — C. Charaux a donné, en 1924, un procédé de préparation qui consiste à broyer grossièrement au moulin les graines récentes de *Rhamnus utilis* Dcne, puis à éliminer, par tamisage, la majeure partie de l'épisperme coriace et brunâtre, inactif. L'amande blanchâtre est lixiviée à l'éther pour éliminer la matière grasse. La poudre déshuilée est mise à macérer dans trois fois son poids d'eau distillée thymolée. Après expression, le liquide clair est précipité par addition de quatre fois son volume d'alcool à 95°. Le précipité est recueilli, lavé et séché. Rendement 6,8 pour 100.

On peut éviter la séparation de l'épisperme et de l'amande et procéder à la lixiviation des graines broyées finement. Le rendement est augmenté : il est de 10,7 pour 100.

Il ne faut pas préparer la rhamnodiastase en suivant le mode opératoire indiqué pour l'emulsine des amandes, dans lequel on précipite le macéré par l'acide acétique avant l'addition d'alcool. Le rendement est très fortement diminué, il est de 2,5 pour 100, et la rhamnodiastase obtenue est nettement moins active.

Le second mode opératoire est donc à conseiller puisqu'il fournit le meilleur rendement et que l'activité du produit est excellente.

La rhamnodiastase ainsi préparée apparaît comme une source de plusieurs ferments intéressants parce que leur action, tout en étant très étendue, s'exerce spécialement sur certains glucosides donnant, par dédoublement au moyen des acides minéraux étendus, plusieurs molécules de glucoses, parmi lesquels on a déjà signalé le glucose, le galactose, le rhamnose et le xylose. Elle n'hydrolyse que partiellement ces glucosides, en ce sens que les molécules des glucoses restent combinées ensemble sous forme de glucides complexes. Et c'est ce qui fait l'intérêt de la rhamnodiastase.

BOTANIQUE. — *Quelques observations sur la flore algale de l'Algérie dans ses rapports avec le* pH. Note de Mme **H. Gauthier-Lièvre**, transmise par M. Mangin.

Nous effectuons en Algérie depuis plus de trois ans, dans le but d'étudier sa flore algale, des voyages continuels qui, jusqu'ici, ont porté principalement sur les départements d'Alger et de Constantine.

Parmi les nombreuses collections d'eau douce de faible étendue que nous avons visitées au cours de nos déplacements, certaines se font remarquer par la richesse et l'abondance de leur flore algale qui tranche nettement avec celle que l'on note d'ordinaire dans les mares similaires. Les mares en question, généralement temporaires, se trouvent pour la plupart soit dans les forêts de chênes-liège ou de chênes-Zen, si nombreuses sur le littoral, soit à proximité de ces forêts, mais presque toujours comme ces forêts elle-mêmes, en rapport avec des terrains anciens, ou, le plus souvent, avec les terrains éocènes, en particulier avec les grès numidiens. Nous avons pu, au cours de notre dernière année de recherches, comparer le pH des différentes collections d'eau douce que nous avons visitées, et le résultat de ces observations nous paraît devoir être signalé.

Toutes les mares qui ont retenu notre attention par la richessede leur flore algale ont des eaux dont le pH est inférieur à 7. Elles sont caractérisées par la présence de Desmidiées filamenteuses (*Hyalotheca dissiliens. Desmidium aptogonium, D. Swartzii*, etc.) et de *Cosmarium commissurale*, ainsi que d'espèces en majeure partie médio-européennes.

Nous donnons ci-dessous la liste encore incomplète des espèces trouvées dans les mares de la forêt de chênes-liège de la Réghaïa à 35km à l'est d'Alger, une des stations les plus intéressantes, (pH : 6,5) :

Nostoc commune, Vauch.
Anabæna oscillarioides, Bory.
Tolypothrix lanata (Desv.) Wartm.
Dinobryon sociale. Ehrenb.
Peridinium cinctum, Penard.
Peridinium umbonatum, Stein.
Pandorina morum (Müll.) Bory.
Volvox minor, Stein.
Asterococcus superbus, Scherffel.
Gleocystis ampla, Kuetz.
Apiocystis Brauniana, Naeg.
Characium Hookeri (Reinsch.), Hansg.
Bulbochæte setigera, Agardh.
Mougeotia viride (Kuetz), de Bary
Spirogyra stictica, Wille.
Closterium incurvum, Bréb.
Closterium Kutzingii, Bréb.
Pleurotænium coronatum (Bréb.), Ralfs.
Pleurotænium Ehrenbergii, (Bréb.), de Bary.
Euastrum elegans (Bréb.), Kuetz.
Cosmarium Botrytis, Menegh.
Cosmarium commissurale, Bréb.
Staurastrum cuspidatum, Bréb.

Pediastrum Tetras (Ehr) Ralfs.
Oocystis solitaria, Wittr.
Oocystis gigas, Archer.
Dictyosphærium reniforme, Bulnheim.
Ankitrodesmus falcatus (Corda), Ralfs.
Miocrothamnion strictissimum, Rabenh.
Aphanochæte repens, A. Braun.
Chætosphæridium Pringsheimii, Klebahn.
Staurastrum punctulatum, Bréb.
Sphærozosma vertebratum (Bréb.), Ralfs
Hyalotheca dissiliens, Bréb.
Desmidium Swartzii, Ralfs.
Ophiocytium arbuscula (A. Br.), Rab.
Ophiocytium cochleare (Eichw.), Braun
Mischococcus confervicola, Naeg.

Les « Agoulmin » de Kabylie, petites mares sans profondeur, les unes temporaires, les autres plus ou moins permanentes, ont en général une flore analogue et un pH inférieur à 7 (Agoulmin du col de Tagmat, A. Aberkane dans l'Akfadou, A. Ykeur au-dessus de Sidi Aïch, A. Bou Alsous dans la même région). La seule exception que nous connaissions est l'Agoulmin Tamjout, près de Sidi Aïch, petit étang permanent de 3 à 4^{m} de profondeur alimenté par une source. Sa flore est pauvre en espèces, sans Desmidiées filamenteuses; on n'y trouve, avec des *Cladophora*, que quelques Desmidiées cosmopolites et ubiquistes (*Cosmarium Botrytis* entre autres); ses eaux ont un pH supérieur à 7 (entre 7,4 et 7,8 suivant la saison).

Dans la région de Bône, nous signalerons le lac Frétis, au milieu des dunes et des forêts de chênes-liège des Sandhadja; dans la région de La Calle, le lac Noir, près de Borj Ali Bey, que nous n'avons visité qu'une fois, au mois d'avril 1925, mais dont la flore algale nous a paru particulièrement riche pour un lac permanent à niveau peu variable. Nous y avons trouvé une très grande abondance de Desmidiées, soit :

Gonatozygon........	2	*Cosmarium*.........	6
Netrium............	1	*Staurastrum*........	8
Closterium..........	3	*Sphærozosma*.......	2
Euastrum...........	4	*Desmidium*.........	2
Micrasterias.........	1	*Hyalotheca*.........	1
Etc.			

Enfin, entre le lac Oubeïra et l'ancien lac Tonga se trouvent des marais temporaires extrêmement intéressants dont la flore et le pH correspondent nettement à ce que nous avons observé dans les localités citées plus haut.

Par contre nous n'avons jamais trouvé de Desmidiées filamenteuses ni de *Cosmarium commisurale*, ni même pareille abondance de Desmidiées dans les eaux dont le pH dépassait 7, et cela non seulement dans les cours d'eau, marais permanents ou marécages, mais dans des mares très comparables au point de vue hydrologique à celles que nous avons citées plus haut.

Sans vouloir affirmer qu'il y ait entre la teneur en ions hydrogène des eaux algériennes et la présence de Desmidiées nombreuses, et d'une flore algale particulièrement riche, une relation de cause à effet, il nous semble

assez vraisemblable qu'un pH « faible » (¹) dénote un complexe écologique éminemment favorable au développement de ces Algues, ou peut-être, plus exactement, compensant, dans une certaine mesure, ce que le climat de l'Algérie, même littoral présente de défavorable au plein épanouissement de la flore algale. Il semble bien en effet que le caractère dominant de cette flore en Algérie soit la pauvreté, et le fait devient frappant lorsqu'on s'enfonce vers le Sud où ne subsistent plus, sauf dans les eaux salées qui ont une flore toute spéciale, que les espèces banales, c'est-à-dire à grande plasticité adaptative. Le fait a été noté également par M. H. Gauthier au cours de ses recherches faunistiques sur les mêmes eaux.

BOTANIQUE. — *Sur les formes de croissance de l'*Hypnum triquetrum *L.* Note de M. **L. Plantefol**, présentée par M. Molliard.

Les recherches de l'école de morphologie expérimentale ont établi l'importance de l'influence exercée par les conditions extérieures sur la forme des plantes : les essais d'acclimatation ont montré qu'un même végétal peut parfois, suivant les caractères climatologiques du lieu où on le fait se développer, présenter des « formes de croissance » différentes.

Mais peut-on appliquer ce terme dans tous les cas? Un végétal vivace à bulbe ou à rhizome est-il transporté hors de sa zone normale de végétation, par exemple à une altitude la dépassant; si l'écart n'est point trop fort, il vit, changeant progressivement de forme, usant progressivement des réserves qu'il ne peut réparer : il disparaît après un temps de dépérissement plus ou moins prolongé. Dans d'autres cas, un végétal vivace peut survivre à un essai d'acclimatation et dans les conditions nouvelles prendre une masse stable, maintenue par le jeu de ses fonctions en équilibre d'entretien.

La masse que peut atteindre le végétal et la forme qui le caractérise, présentent dans l'un et l'autre cas une signification toute différente : les unes sont pathologiques; les corrélations nécessaires entre les diverses fonctions ne sont pas satisfaites; les anomalies de la masse et de la forme traduisent cette inadaptation des fonctions entre elles, et c'est proprement là l'inadaptation au milieu; les autres sont normales, le jeu des corrélations fonctionnelles règle exactement l'équilibre qui doit régner dans l'organisme entre les fonctions : la forme type n'y eut pas satisfait; la forme atteinte convient

(¹) On sait que, d'une manière générale, les eaux peu minéralisées ont une flore agale particulièrement riche, principalement en Desmidiées.

à maintenir cet équilibre; la réadaptation des fonctions entre elles est ce qu'on exprime ordinairement en disant la plante « adaptée à son milieu ».

Je réserverai donc le nom de *forme de croissance* aux diverses formes qui pourront être rencontrées dans la nature ou produites expérimentalement, et qui présenteront dans leur milieu le caractère de stabilité qui est la marque essentielle de l'adaptation. Si, laissant pour le moment de côté la masse du végétal, on se borne à envisager sa configuration, on peut reconnaître, pour l'*Hypnum triquetrum*, l'existence, à côté d'une forme type, de 5 formes de croissance caractéristiques des diverses conditions écologiques.

La forme type est développée dans les bois moyennement humides et éclairés. Je distingue 3 formes correspondant à des stations plus humides et qui peuvent être des hygromorphoses. L'une apparaît dans les sous-bois très sombres (sciamorphose), la seconde à la clarté moyenne des lisières nord des bois, la troisième dans les prairies insolées quelques heures par jour qui les bordent (héliomorphose). Deux autres formes correspondent à des stations plus sèches et sont des xéromorphoses, l'une développée dans des bois secs et sombres (sciamorphose), l'autre dans des clairières où l'humidité est faible (photo ou héliomorphose). Les termes hygro et xéromorphose d'une part; scia, photo et héliomorphose d'autre part, correspondent à deux séries linéaires établies comme si un seul des deux facteurs, humidité, radiation, déterminait la forme. Le tableau ci-dessous indique, en les désignant par un chiffre, les formes caractéristiques dues à la combinaison des deux facteurs.

	Lumière faible (sciamorphoses).	Lumière moyenne.	Lumière forte (héliomorphoses).
Humidité forte (hygromorphoses)....	3	1	2
Humidité moyenne.................		forme type	2
Humidité faible (xéromorphoses)....	5	4	

Les variations morphologiques essentielles portent, d'une part sur les caractères de la ramification (en rameaux plagiotropes différenciés ou en tiges orthotropes) et d'autre part sur l'orientation des tiges et rameaux.

I. *Ramification.* — La ramification est plus ou moins dense : le nombre des rameaux portés par 1^{cm} d'axe est très variable, de 0 à 10 ou 12 (valeur A du tableau). La même variation se retrouve pour la distance entre le sommet de l'axe et le premier bourgeon commençant son développement (B, en millimètres). De même varie d'après une loi analogue le rapport entre le poids des tiges principales et le poids total de la plante (C).

Enfin, normalement, la croissance amène le développement, assez loin de la pointe de l'axe, de ramifications dressées qui deviendront des tiges principales. Le nombre moyen de ces rejets portés par un axe principal (D) est très variable. Dans le cas de 2, la ramification se réduit parfois presque exclusivement à cette forme qui remplace alors les rameaux latéraux.

Forme.	Type.	1.	2.	3.	4.	5.
A......	2-4	6-8	10-12	0-4	0-2	4,5
B......	8-10	5-6	3-4	12-20	12-20	5-6
C......	0,65	0,59	0,35	0,70	0,82	0,62
D......	0,2	0,3	> 1,5	0,1	< 0,1	0,1

II. *Orientation.* — La tige principale est normalement douée d'un géotropisme négatif; celui-ci s'exagère dans les formes 1 et 3, devient très faible chez 2 dont les axes prennent une orientation quelconque et chez 5 où ils s'étalent à terre.

L'orientation des ramifications est aussi variable. Le type porte des rameaux latéraux plagiotropes terminant leur croissance par un flagelle positivement géotrope, souvent radicant à son extrémité. Chez 1 et 2, les rameaux sont redressés par rapport à l'horizontale; chez 4 et 5, ils conservent leur plagiotropisme, mais ne forment pas de flagelle géotrope; chez 3, le géotropisme positif les oriente vers le sol dès une courte distance à partir de la tige.

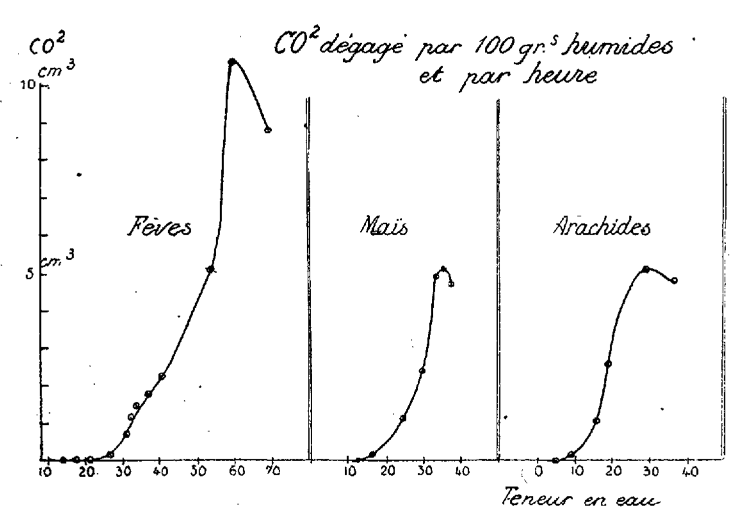
Telles sont les variations de configuration que l'*Hypnum triquetrum* L. peut présenter avec une certaine stabilité dans nos climats. On constate aussi des variations de masse que j'ai étudiées. Il y aura lieu de voir comment ces variations sont liées à la biologie du végétal.

PHYSIOLOGIE. — *Équilibre des constituants cellulaires et intensité des oxydations de la cellule. Imbibition et oxydations. Cas des graines.* Note de MM. **Raymond Jacquot** et **André Mayer**, présentée par M. Molliard.

L'organisation des graines nous permet d'y faire varier indépendamment la teneur d'un constituant cellulaire : l'eau. Nous avons étudié comment cette variation influe sur les échanges dans trois espèces de graines de constitution chimique très différente : fève, maïs, arachide.

1. *Imbibition et intensité des oxydations.* — Les graines placées soit dans un milieu saturé de vapeur d'eau, soit dans l'eau, s'imbibent progressivement jusqu'à atteindre une teneur en eau maxima qu'elles ne dépassent pas

spontanément. L'imbibition influe sur les oxydations dans le cas des graines comme dans celui d'autres organismes reviviscents susceptibles d'anhydrobiose (les mousses étudiées par Mayer et Plantefol) (1). Les échanges ne débutent que lorsqu'une certaine affinité pour l'eau est satisfaite; puis à partir d'une certaine teneur en eau, ils augmentent fortement; la vie manifestée ne se présente pas avec les caractères d'un phénomène de tout ou rien; les échanges continuent à augmenter quand s'accroît l'imbibition jusqu'à atteindre un maximum qu'ils ne dépassent plus. Une imbibition plus forte par l'eau provoque au contraire une diminution des échanges.



L'allure générale du phénomène est la même pour les trois graines; par contre les valeurs observées sont caractéristiques de chaque espèce. C'est pour une proportion d'eau différente qu'on observe le début des oxydations (Fève 22 pour 100 d'eau; Maïs 17 pour 100; Arachide 10 pour 100); leur brusque augmentation (Fève 40 pour 100; Maïs 30 pour 100; Arachide 19 pour 100), et leur maximum (Fève 60 pour 100; Maïs 35 pour 100; Arachide 29 pour 100). La valeur des échanges, lorsque l'intensité est maxima est caractéristique de chaque espèce. CO^2 dégagé en 1 heure par 100^g de graines : Fèves, 10,7; Maïs 5,12; Arachides 5,11 (en centimètres cubes).

(1) *Comptes rendus*, 178, 1924 p. 1385; 179, 1924, p. 204 et *Annales de Physiologie et de Physicochimie biologique*, 1, 1925, n° 1, p. 64-84; n° 3, p. 233-238 et 239-279; n° 4, p. 361-393.

2. *Imbibition des graines et limitation des oxydations.* — L'existence d'une valeur maxima de l'intensité respiratoire implique l'action d'un facteur limitant. On peut se demander si, dans les conditions physiologiques, ce facteur dépend de la dilution de la matière sèche. Il n'en est rien. En effet si l'on rapporte l'intensité des oxydations à 100^g de graines sèches, aux dilutions croissantes que nous avons étudiées, on constate que cette intensité croît indéfiniment. Elle n'est limitée que par les possibilités physiologiques de l'imbibition. Par contre, si l'on rapporte l'intensité des échanges à 100^g d'eau considérée comme constituant cellulaire, on voit que cette intensité augmente, quand croît la proportion d'eau dans la graine, jusqu'à une certaine imbibition au delà de laquelle l'intensité diminue. Ainsi le facteur limitant les oxydations dépend bien de la teneur en eau, mais celle-ci n'intervient pas en tant que solvant de la matière sèche. Il y aura lieu de préciser quel autre rôle de l'eau est ici en jeu.

Le maximum de l'intensité des échanges rapportée à la masse d'eau est le même pour les trois graines considérées (environ 17^{cm^3} de CO^2 dégagé par 100^g d'eau et par heure).

3. *Rendement hydrobiotique.* — Si l'on calcule le rendement hydrobiotique tel que l'ont défini André Mayer et Plantefol [1], on voit qu'il s'accroît progressivement avec l'imbibition jusqu'à un maximum, puis décroît en gardant toujours une valeur positive. La valeur de ce maximum (calculé en centimètres cubes de CO^2 dégagé par heure), maximum présenté par des graines inégalement imbibées suivant leur espèce, est pratiquement la même dans tous les cas : Fèves, $0{,}49^{cm^3}$; Maïs, $0{,}43^{cm^3}$; Arachide, $0{,}48^{cm^3}$, et de même ordre de grandeur que celle observée sur les mousses.

En résumé, l'intensité des oxydations des graines dépend de la proportion de certains constituants de celles-ci, non de leur masse. L'eau, par exemple, augmente les oxydations aux imbibitions faibles et moyennes et au contraire les limite aux imbibitions élevées.

---

[1] *Loc. cit.*

PHARMACOLOGIE. — *Action de la base tropine (tropanol) sur la circulation.* Note de MM. **René Hazard** et **L.-J. Mercier**, présentée par M. A. Desgrez.

Lorsqu'on injecte à un chien par voie intraveineuse des doses de base tropine (tropanol) variant entre 1 et 5^{cg} par kilogramme d'animal, on observe, dès la fin de l'injection, une chute notable de la pression sanguine (*fig.* I). Cette chute, d'autant plus marquée que la pression initiale était plus

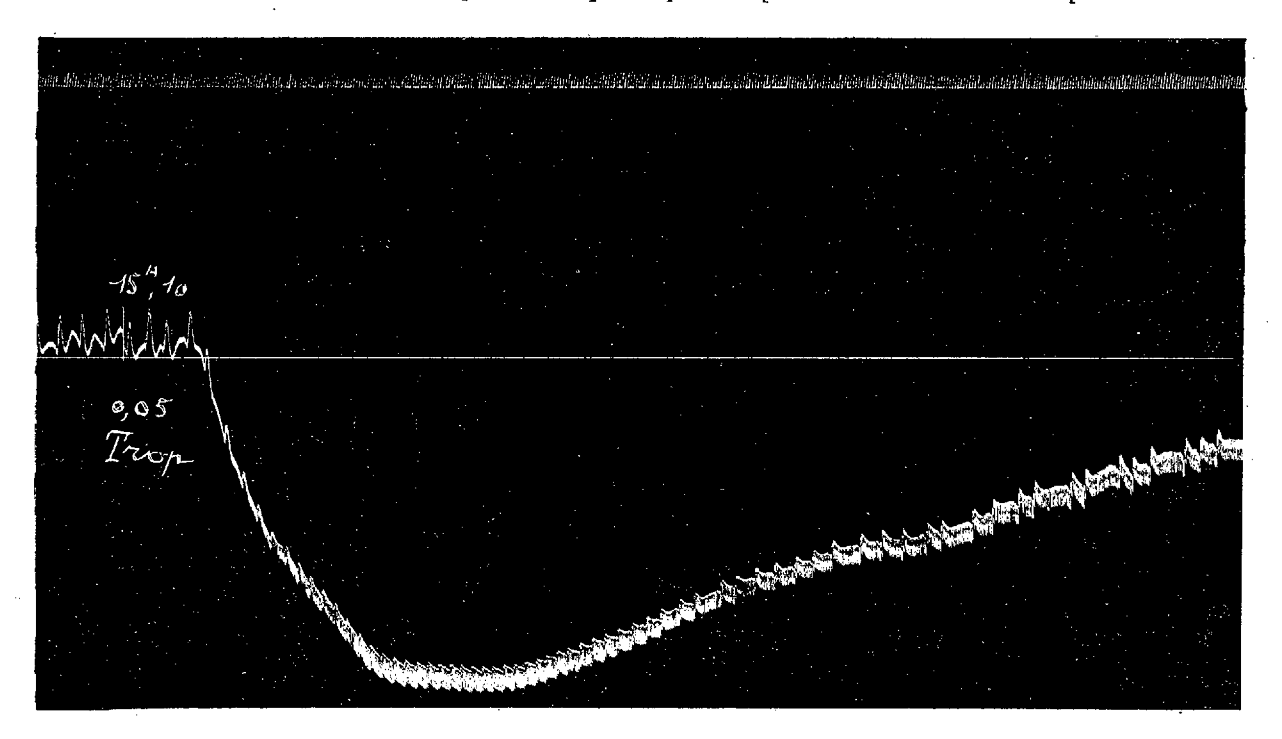


Fig. I. — Chien ♂ 7^{kg} chloralosé. Pression carotidienne. Injection intraveineuse de $0^{g},05$ de tropanol par kilogramme.

élevée, varie d'importance avec les sujets suivant les susceptibilités individuelles que nous avons signalées antérieurement ([1]). La pression atteint son minimum dans le temps moyen d'une minute, puis s'inscrit lentement en réascension pour se stabiliser, au bout d'un laps de temps qui varie entre 5

([1]) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 526.

et 8 minutes suivant les cas expérimentaux, aux environs de la pression initiale et un peu au-dessous de cette pression.

A partir de ce moment on observe un ralentissement progressif du rythme cardiaque; les doses initiales qui n'ont que peu d'influence sur l'importance de la chute de pression influent au contraire sur le rythme du cœur qui est d'autant plus ralenti que la dose injectée est plus forte.

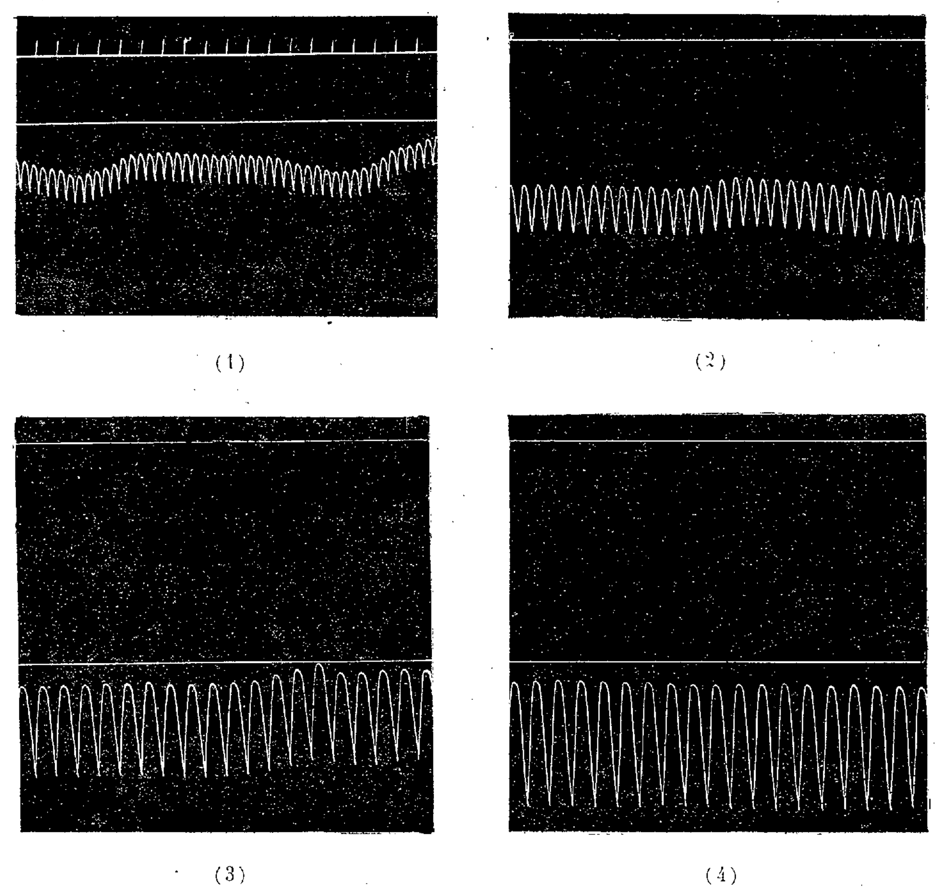


Fig. II. — Chien ♂ 7^{kg} chloralosé. Pression carotidienne. En (1) tracé normal. En (2), (3), (4) reçoit l'animal par voie intraveineuse au total $0^{g},20$ de tropanol par kilogramme. Repères de pression : ligne supérieure en (1), (2), (3), (4) = 14; ligne intérieure en (3) et (4) = 8.

Au fur et à mesure que le produit s'élimine ou se détruit, le cœur tend à reprendre son rythme normal, sauf dans les cas d'injection de doses supérieures à 5^{cg} par kilogramme qui peuvent entraîner la mort de l'animal, le cœur gardant un rythme très ralenti (*fig.* II) jusqu'à l'arrêt respiratoire terminal.

Pendant toute la période prèmortelle, on note l'apparition de grandes oscillations de Traube, indice d'une atteinte des centres bulbaires.

Sous l'influence du tropanol, l'amplitude des pulsations carotidiennes est constamment augmentée : cette augmentation se fait dans le sens de la diastolique minima qui est abaissée; elle semble uniquement due à l'allongement de la diastole, car l'expérimentation sur le cœur de chien *in situ* (¹) montre qu'à cette phase de ralentissement et de grande amplitude du pouls carotidien correspond une diminution d'amplitude des contractions auriculaires et ventriculaires.

En résumé, la base tropine injectée au chien, par voie intra veineuse, aux doses de 1 à 5^{cg} par kilogramme provoque : 1° un abaissement marqué et transitoire de la pression sanguine; 2° un ralentissement constant du rythme cardiaque; 3° une augmentation de l'amplitude des pulsations carotidiennes dont il semble logique de situer la cause dans l'allongement de la période diastolique.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *L'évolution du* pH *intérieur de l'œuf d'Oursin pendant la fécondation et la division*. Note de M. P. Reiss, présentée par M. Henneguy.

L'étude des variations du pH de l'eau de mer autour de l'œuf d'Oursin avait permis à Vlès (²) de supposer une ascension du pH intérieur après la fécondation. Divers auteurs (Vlès 1923, Reiss 1924, Needham 1925) ont cherché à mettre en évidence la variation prévue pour l'œuf d'Oursin, mais celle-ci s'est trouvée jusqu'à présent au delà des limites des procédés employés (³); un dispositif dû à Vlès m'a permis de pousser plus loin la sensibilité des mesures.

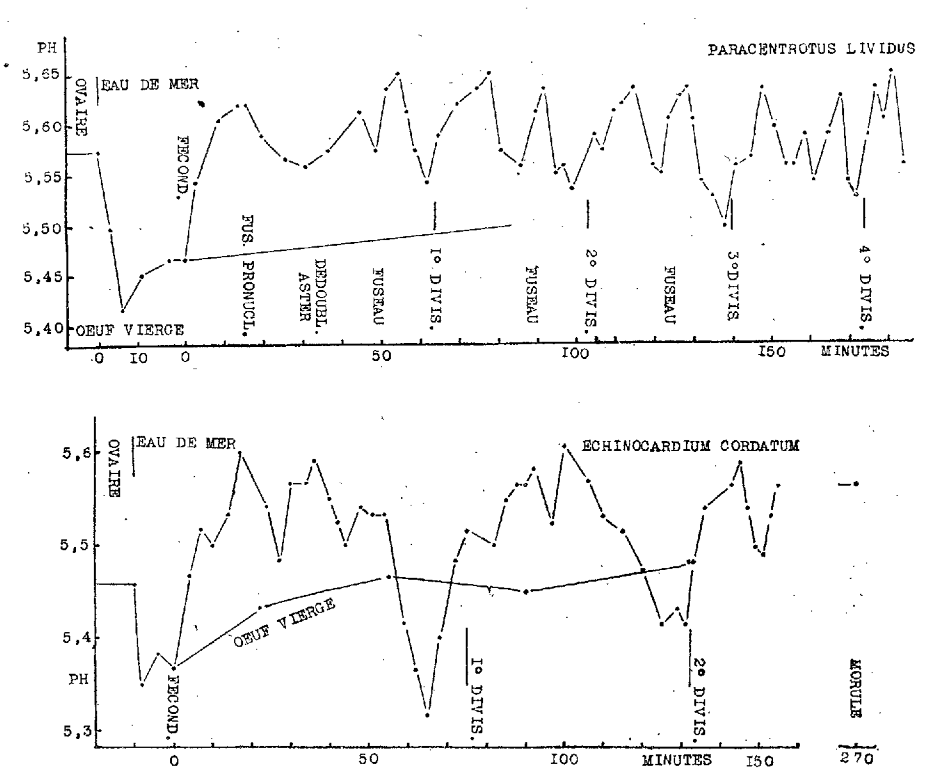
Technique. — L'œuf à étudier est traité par la technique de l'écrasement sous le microscope dans un indicateur, le pourpre de bromcrésol; les variations de teinte de l'indicateur sont mesurées à l'aide d'un dispositif colorimétrique. Sur le trajet du faisceau éclairant la préparation est placée devant le microscope un colorimètre *Hellige* avec une cuve à double biseau conte-

(¹) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 526.

(²) *Comptes rendus*, **175**, 1922, p. 643.

(³) Cependant, pour la maturation de l'œuf, Fauré-Fremiet (*Soc. de Biol.*, 75, 1923, p. 863) avait déjà signalé un cycle de pH dans *Sabellaria*, à vrai dire avec un indicateur dont les interprétations soulèvent divers problèmes.

nant les deux termes extrêmes du virage de l'indicateur employé; le condensateur du microscope est remplacé par un objectif n° 3, fournissant dans une moitié du champ de la préparation une image d'une portion des biseaux colorés. La cellule à étudier est écrasée dans l'autre moitié du champ, et en déplaçant le biseau on cherche à égaliser la teinte de celui-ci avec celle des premières franges de diffusion de l'indicateur dans le protoplasme.



Variations du pH intérieur en fonction de l'évolution de l'œuf. En haut, évolution de l'œuf vierge et de l'œuf fécondé chez *Paracentrotus* en fonction du temps (minutes). En bas, évolution de l'œuf vierge et de l'œuf fécondé chez *Echinocardium*. Les différents stades sont indiqués sur les abscisses.

La sensibilité du procédé permet d'apprécier des variations de teinte correspondant à un ou deux centièmes de l'échelle complète du colorimètre (10^{cm}); l'étalonnage de l'appareil avec des tampons montre que, dans la zone où viendront se placer nos mesures, cette sensibilité correspond à 0,02 unités de pH. Les variations à mesurer dans l'œuf sont 10 à 15 fois plus grandes. Les causes d'erreur étant systématiquement les mêmes dans toutes les expériences, la valeur relative des variations observées n'est pas

modifiée. Nous reproduisons deux expériences portant, l'une sur l'œuf de *Paracentrotus lividus* Lk. et l'autre sur *Echinocardium cordatum* Gray.

Évolution de l'œuf vierge. — Dans l'expérience sur *Paracentrotus* l'œuf prélevé dans l'ovaire donne un pH de 5,57 [avec une correction saline équivalente à celle de l'eau de mer (— 0,3) mais sans correction protéique]. Au contact de l'eau de mer l'acidité augmente rapidement jusqu'à pH 5,42 pour revenir ensuite à une valeur de 5,4(7), un peu supérieure à celle du départ, et qui se maintient à peu près pendant 1 à 2 heures.

Évolution de l'œuf fécondé. — L'addition de sperme déclanche une évolution du pH intérieur, dont le début est caractéristique de la fécondation, et dont la suite est cyclique en suivant le rythme des divisions cellulaires. Immédiatement après la fécondation le pH monte notablement. Un maximum est atteint après 15 minutes, avec pH 5,62 au moment de la fusion des pronucléus; le dédoublement de l'aster est marqué par un minimum d'une valeur de 5,56, un autre minimum moins prononcé coïncide avec la formation du fuseau mitotique. Au début de la division cytoplasmique le pH intérieur tombe brusquement à une valeur de 5,54.

Chacune des segmentations qui suivent est caractérisée à son tour par une courbe en cloche entre 2 minimums correspondant aux cytodiérèses (première division pH 5,54; deuxième 5,53; troisième 5,50; quatrième 5,53). Un autre minimum s'intercale au moment de la formation du fuseau (deuxième segmentation pH 5,56; troisième 5,55; quatrième 5,54; cinquième 5,56). Le niveau des maximums est en moyenne toujours le même (deuxième segmentation pH 5,65 et 5,63; troisième 5,63 et 5,63; quatrième 5,63 et 5,63; cinquième 5,65). Les maximums correspondent, le premier au noyau en repos, le second à l'évolution du fuseau mitotique.

Sur un graphique représentant la moyenne des mesures de la totalité des expériences faites on a un pH de l'ordre de 5,5 pour l'œuf dans l'ovaire; 5,2(3) après quelques minutes de séjour dans l'eau de mer, puis une ascension à un niveau à peu près stable de pH 5,4(3).

Les maximums succédant à la fécondation ont un pH moyen de 5,5(8), les minimums au moment de la cytodiérèse correspondent à 5,4(7), les minimums intermédiaires 5,5(3).

Des expériences de contrôle ont montré que les virages observés ne peuvent pas être dus à d'autres actions indépendantes du pH, notamment des phénomènes de réduction de l'indicateur. La comparaison du cycle observé avec les cycles de perméabilité (Herlant), d'émission de CO^2 (Vlès), et de viscosité (Heilbrunn) s'impose. Elle sera discutée ailleurs.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Quelques observations sur l'oxydabilité du fer contenu dans les vins.* Note [1] de MM. **Jules Wolff** et **Lucien Grandchamp**, présentée par M. Roux.

On a attribué jusqu'ici à deux causes principales le phénomène de la casse des vins : l'une d'origine physiologique, l'autre d'origine chimique.

La première est le résultat de l'action d'une oxydase sur les œnotannins qu'elle oxyde, l'autre connue sous le nom de casse ferrique ou casse bleue, est due à l'action des sels ferriques sur le tannin avec formation de tannate ferrique [2].

Dans les deux cas on observe un louchissement du liquide avec un dépôt coloré plus ou moins abondant.

On sait que la plupart des vins naturels, renferment des sels de fer, et que leur proportion peut varier dans des limites assez étendues (de 10 à 50^{mg} de fer métal par litre) [3]. Ce fer se rencontre généralement sous forme de sels ferreux.

On a admis jusqu'ici que les oxydases rencontrées dans les vins partagent, avec la laccase de Bertrand, la propriété d'attaquer les seuls phénols ou des composés à groupements phénoliques comme les tannins, mais nous avons pensé que les sels ferreux à acides organiques que l'on rencontre dans les vins seraient peut-être susceptibles de s'oxyder soit directement, soit indirectement sous les mêmes influences.

Des expériences poursuivies depuis bientôt une année ont pleinement justifié cette manière de voir.

De nombreux échantillons de vins d'origines très différentes ont été soumis à l'action d'extraits glycérinés de *Russula delica* ou d'autres champignons et, dans la grande majorité des cas, nous avons observé une transformation plus ou moins rapide des sels ferreux en sels ferriques.

En présence d'extrait bouilli, cette transformation ne s'opère qu'avec lenteur comme celle qui se manifeste naturellement chez les mêmes vins au

(1) Séance du 30 novembre 1925.

(2) On observe aussi une casse ferrique dite casse blanche due à la formation de phosphates ferrico-calciques.

(3) Lorsque cette teneur est sensiblement dépassée on doit la considérer comme accidentelle.

large contact de l'air. Dans le vide, comme on devait s'y attendre, on n'observe aucune oxydation en présence d'extrait glycériné.

Il est facile de suivre les différentes phases du phénomène d'oxydation en se servant comme réactif d'une solution très diluée de ferricyanure de potassium.

Exemple : à 25^{cm^3} de vin blanc exempt de SO^2 on ajoute quelques gouttes de macération glycérinée de Russule et l'on prélève de demi-heure en demi-heure 1^{cm^3} de vin. On complète à 2^{cm^3} et l'on ajoute le réactif. On assiste alors à une diminution graduelle de la teinte bleue, et au bout de quelques heures le ferricyanure ne donne plus du tout la réaction.

Un vin blanc d'Algérie contenant 26^{mg} de fer (ferreux) par litre dont le $pH = 3,7$ a été examiné de la façon décrite plus haut. La réaction était terminée après une heure et demie. Si à ce moment on ajoute quelques gouttes d'une solution concentrée de tannin on observe un noircissement intense dû à la formation de tannate ferrique.

Lorsqu'on examine au bout du même temps un témoin qui n'a pas reçu d'extrait de Russule, on se rend compte qu'ici le phénomène d'oxydation ne progresse que lentement.

Une très faible dose de SO^2 libre s'oppose à l'action oxydasique.

Dans les vins rouges il est plus difficile de suivre les différentes phases de la réaction avec le ferricyanure. Néanmoins, nous avons pu mettre le phénomène d'oxydation en évidence de la façon suivante :

a. 100^{cm^3} d'un vin très coloré contenant 25^{mg} de fer ferreux par litre ont été abandonnés à l'air pendant 24 heures après avoir reçu environ 2^{cm^3} de macération.

b. Une autre prise d'essai de 100^{cm^3} contenant 2^{cm^3} de macération bouillie a servi de témoin.

Dans les deux cas on observe un dépôt de tannate ferrique, mais il est beaucoup plus abondant dans le vin qui a été additionné de macération non bouillie.

On filtre pour recueillir les dépôts, on lave, etc., et l'on incinère, puis on dose le fer. Les résultats ramenés au litre donnent 12^{mg} pour *a* et $3^{mg},3$ pour *b*. Le vin, il est vrai, contenait 25^{mg} de fer, mais on sait que même à l'état ferrique le fer n'est pas entièrement précipité par le tannin en milieu acide.

c. D'autre part, 100^{cm^3} de vin blanc renfermant 56^{mg} de fer par litre sous forme de sels ferreux ont été soumis pendant 2 heures à l'action de 2^{cm^3} de macération glycérinée en présence d'un témoin *d*.

Au bout de ce temps on constate, à l'aide de ferricyanure, que le vin additionné de macération ne réagit plus, tandis que le témoin bleuit fortement.

On ajoute alors dans les portions *c* et *d* 5^{cm^3} d'une solution de tannin à 1,2 pour 100, puis on colle avec 5^{cm^3} d'une solution de gélatine à 1,2 pour 100, on filtre, on lave, etc., et après incinération on dose le fer.

On trouve pour *c* 53^{mg} de fer par litre; pour *d* 20^{mg} de fer par litre.

On voit que, grâce à l'action oxydasique, presque tout le fer a été précipité à l'état de tannate ferrique au bout de 2 heures (¹).

Nos expériences sont donc concluantes : le fait capital et inattendu qui s'en dégage, c'est que les sels ferreux contenus normalement dans les vins peuvent se transformer rapidement en sels ferriques sous l'influence d'une oxydase et provoquer un phénomène de casse qui n'avait pas été envisagé jusqu'ici.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la formation de complexes entre les protéines et les hydrates de métaux trivalents. Méthode de désalbumination par les aluns.* Note de MM. **L.-C. Maillard** et **H. Wunschendorff**, présentée par M. A. Desgrez.

Après avoir reconnu (²) dans l'hydrate ferrique colloïdal un agent de choix parmi ceux qui ont été préconisés pour la désalbumination des liquides biologiques, nous avons porté la question à un niveau plus élevé, en recherchant les conditions dans lesquelles certaines protéines (du sérum sanguin, de l'œuf) peuvent se fixer intégralement en des complexes avec les hydrates de métaux trivalents tels que Al, Cr, Fe.

L'alumine colloïdale ne nous a pas donné jusqu'ici des résultats complets, bien que préparée par diverses techniques et employée dans des conditions différentes.

Nous avons donc eu l'idée d'introduire au préalable le cation trivalent dans la solution protéique, et nous avons choisi dans ce but les *aluns :* alumino-potassique, chromico-potassique, ferrico-potassique.

L'addition des premières gouttes d'alun produit un trouble qui, pour Al

(¹) Il faut aussi noter que dans les vins non additionnés d'extrait oxydasique la transformation des sels ferreux en sels ferriques n'est presque jamais complète.

(²) Wunschendorff, *Bull. Soc. Chim. Biolog.*, 7, 1925, p. 768 et 778.

et Cr, disparaît par un excès de réactif; pour la réussite ultérieure, les aluns doivent être employés en assez large excès, et le liquide atteint un pH voisin de 4 ou 4,5. Si alors on verse peu à peu de la soude, il se produit un précipité volumineux, en même temps que les protéines disparaissent progressivement du liquide, et que pH se relève mais *lentement*. Puis le pH se relève brusquement, et une très minime quantité de soude suffit à le faire passer de 6 à 8. Enfin, une troisième portion de la courbe montre de nouveau une ascension *lente* de pH, en même temps que les substances protidiques réapparaissent dans le liquide.

Si l'on prend soin d'arrêter l'affusion de soude dans la petite zone d'ascension brusque qui environne pH 7, *la fixation des protéines dans le complexe floculé est intégrale*.

Ce phénomène si net nous ramène au terrain analytique et nous donne une *méthode générale de désalbumination par les aluns :* il suffit d'adapter les proportions de réactif à la teneur des échantillons. Voici, à titre d'exemple, comment nous procédons pour le sérum sanguin.

Dans un verre, on introduit 2^{cm^3} de sérum, 5^{cm^3} d'eau, 25^{cm^3} d'alun ordinaire (Al, K) en solution à 5 pour 100, puis, en agitant bien, 10^{cm^3} de soude N/2. On ajoute alors $0^{cm^3},5$ de bleu de bromothymol en solution à *deux* pour *mille*. Puis on continue à verser goutte à goutte la soude N/2, en ayant soin de s'arrêter aussitôt que la teinte jaune orangé du mélange paraît ternir (par intervention occulte d'un peu de vert *qu'on ne doit pas discerner*). On transporte dans un ballon jaugé et on complète à 50^{cm^3}; 25^{cm^3} du filtrat représentent 1^{cm^3} de sérum. Ce filtrat est incolore, de pH = 7, rigoureusement exempt de protéines, pratiquement exempt de Al, et se prête aisément aux dosages ultérieurs.

Pour l'azote non protéique, par exemple, il donne des chiffres identiques à ceux de la méthode à l'hydrate ferrique. Nous avons vérifié que le complexe précipité n'adsorbe ni les sels ammoniacaux, ni l'urée, ni l'acide urique, artificiellement ajoutés.

Cette méthode nouvelle de désalbumination dispense de la préparation fastidieuse, et sans cesse renouvelée, de l'hydrate ferrique colloïdal. Elle nous paraît offrir autant de sécurité que de commodité.

THÉRAPEUTIQUE. — *L'hyposulfite double d'or et de sodium dans le traitement de la syphilis*. Note (¹) de MM. **L. Fournier** et **P. Mollaret**, présentée par M. Roux.

Les expériences récentes de MM. Levaditi, Girard et Nicolau (²) ont montré que, dans la syphilis expérimentale du lapin, l'hyposulfite double d'or et de sodium, injecté sous la peau et dans les veines, ou même administré par la voie gastrique, est doué d'un pouvoir curatif indéniable et assez énergique. L'influence favorable d'un autre sel d'or, le cyanure d'or et de potassium, avait déjà été constatée, en 1913, par Bruck et Glück (³) dans la syphilis humaine et, la même année, Mario Truffi (⁴) avait expérimenté avec succès le chlorure d'or dans la syphilis du lapin.

Ces faits, qui remettent en mémoire l'antique renommée de l'or dans la thérapeutique antisyphilitique, mais tout particulièrement les résultats expérimentaux si démonstratifs de MM. Levaditi, Girard et Nicolau, justifient l'étude méthodique de l'action de l'or dans la syphilis humaine.

Nous avons donc soumis au traitement par l'hyposulfite d'or et de sodium 18 malades porteurs de chancres ou d'accidents secondaires, en administrant le produit, dissous dans l'eau ou dans le sérum physiologique, soit en injections intramusculaires, soit en injections intraveineuses hebdomadaires ou bihebdomadaires, à des doses variant de $0^g,25$ à $0^g,75$ et 1^g (dose totale de 5 à 7^g).

L'action antisyphilitique de l'hyposulfite d'or et de sodium s'est très nettement manifestée par la disparition du tréponème et la cicatrisation assez rapide des lésions, l'atténuation ou la négativation de la réaction de Bordet-Wassermann, mais seulement dans les cas où furent employées, dès le début, des doses élevées ($0^g,75$ à 1^g deux fois par semaine, au moins pour les premières injections). Ainsi, dans un cas de chancre syphilitique avec Bordet-Wassermann positif et floculation à 54, trois fortes injections intramusculaires ($0^g,90$-1^g-$0^g,90$), suivies de six injections intraveineuses (de $0^g,50$ à $0^g,75$), amenèrent la guérison clinique en 15 jours et la dispa-

(¹) Séance du 23 novembre 1925.

(²) Levaditi, Girard et Nicolau, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 163.

(³) Bruck et Glück, *Münchener med. Woch.*, 1913, nº 2, p. 57.

(⁴) Mario Truffi, *Pathologica*, 5, 1913, p. 397.

rition du Bordet-Wassermann et de la floculation dès la fin du traitement (B.-W. négatif et floculation de 1 à 4 les 1er et 18 septembre, 6 et 26 octobre).

A doses faibles ($0^g,25$ à $0^g,45$ par injection) et plus espacées, l'action sur le tréponème et sur les lésions spécifiques est, sinon nulle, du moins beaucoup plus lente.

Les inconvénients de l'hyposulfite d'or et les accidents qu'il provoque constituent un obstacle à l'étude de son pouvoir thérapeutique. Les injections intramusculaires sont trop douloureuses pour pouvoir être longtemps continuées. Les injections intraveineuses n'ont pas cet inconvénient, mais, comme les premières et plus vite qu'elles, elles provoquent des réactions générales fébriles, parfois assez intenses, se produisant de 24 à 48 heures après l'injection, s'accompagnant de malaise, de courbature, de céphalalgie, et durant de 24 heures à plusieurs jours. Quel que soit le mode d'administration du produit, ce sont surtout les accidents cutanés qui empêchent le plus souvent de poursuivre le traitement. Chez beaucoup de nos malades, en effet, des érythèmes scarlatiniformes, plus ou moins intenses, localisés ou généralisés, des éruptions eczématiformes, urticariennes, herpétiformes, une glossite superficielle (sans gingivite) accompagnées, dans un cas, d'une légère albuminurie ($0^g,25$), nous ont obligé à diminuer les doses, à espacer les injections, et, dans deux ou trois cas, à interrompre le traitement (1).

Il y a lieu de remarquer ici que le bismuth se montre actif dans la syphilis humaine déjà aux doses tolérées par le lapin (calculées par kilogramme de poids vif), tandis que, pour l'hyposulfite d'or et de sodium, il est nécessaire d'augmenter très notablement ces doses pour obtenir une action thérapeutique nette.

Conclusions. — L'hyposulfite double d'or et de sodium possède une action antisyphilitique incontestable et assez énergique, quand on l'emploie à doses élevées (voisines de 1^g), et en injections intramusculaires ou intraveineuses assez rapprochées. Dans ces conditions, le pouvoir thérapeutique se traduit par la disparition des tréponèmes, la cicatrisation rapide des lésions spécifiques et l'atténuation et même la disparition de la réaction de Bordet-Wassermann. A doses faibles (de $0^g,25$ à $0^g,50$), l'action est beaucoup plus lente, parfois même douteuse.

---

(1) Nous employons actuellement une suspension dans l'huile, qui nous semble mieux tolérée.

Les inconvénients de l'hyposulfite d'or et de sodium (réactions générales, accidents cutanés très fréquents, parfois même production d'albuminurie), constituent un obstacle sérieux à l'emploi courant de ce produit dans le traitement de la syphilis humaine, du moins sous la forme utilisée par nous.

MÉDECINE. — *La mort par l'électricité, résultats pratiques acquis par des études électropathologiques.* Note (¹) de M. Stefan Jellinek, présentée par M. d'Arsonval.

Au congrès électrologique qui a eu lieu à Paris en 1910, j'ai esquissé l'état où se trouvait à cette époque l'électropathologie. Depuis lors, les recherches cliniques et pathologiques ont pris une grande extension, les accidents électriques étant assez nombreux en Autriche : chaque année j'ai l'occasion d'assister au moins à six dissections et de traiter dans les cliniques (Allgemeines Krankenhaus à Vienne) environ 30 blessés par le courant électrique.

J'ai toujours insisté sur ce point, qu'il existe une grande différence entre les brûlures ordinaires et les changements de la peau occasionnés par l'électricité; j'ai appelé ceux-ci *marques d'électricité*. Ces marques électriques ont un caractère spécial tant au point de vue clinique qu'au point de vue anatomique : elles forment des plaques dures sur la peau, d'une couleur généralement blanchâtre, de forme circulaire; on peut également remarquer *que les poils se trouvant dessus ou entourant la plaie ne sont ni brûlés ni roussis;* autour de ces marques il n'y a aucune inflammation *ni même de rougeur;* elles ont encore la particularité de n'occasionner *aucune douleur* et marquer *une grande tendance à se guérir*, bien que ces marques n'offrent pendant quelques semaines aucun changement. L'aspect d'une telle marque est si caractéristique, que le connaisseur est à même de constater immédiatement que l'électricité en est la cause; ce qui peut, dans le cas de mort mystérieuse ou de crime, être d'une grande utilité pour les recherches judiciaires.

Les marques électriques présentent des propriétés très particulières, même quand elles sont profondes et que les tendons, les jointures, les cavités des os sont entamés : les marques ou les blessures électriques les plus graves se guérissent sous *la forme de nécrose aseptique* presque *toujours sans fièvre*, sans changement important *dans l'état général* du malade,

---

(¹) Séance du 23 novembre 1925.

ainsi que l'a signalé le premier M. d'Arsonval ([1]) pour les brûlures causées par la haute fréquence. J'ai pu constater que des membres momifiés s'étaient détachés spontanément, la plaie s'est refermée d'elle-même.

Il arrive trop souvent que des médecins, agissant selon les règles de la pathologie générale, amputent inutilement les membres ou les extrémités. Il ne savent pas que deux contre-indications parlent contre une telle amputation :

1° Il est absolument impossible de déterminer (dans les premiers jours ou même les premières semaines après l'accident) jusqu'à quel point les tissus, qui paraissent aujourd'hui encore normaux, peuvent être le lendemain atteints par la nécrose.

2° Le deuxième danger d'une telle opération consiste dans la difficulté d'arrêter l'écoulement du sang (hémostase). Les parois des vaisseaux subissent dans les six ou huit semaines un tel changement, qu'elles sont facilement coupées par la ligature. Je peux citer des cas, où après une telle opération les électrocutés sont morts à la suite de grande perte de sang, bien que l'on eût plusieurs fois exécuté des ligatures.

Dans les cas même très graves, la *thérapie conservative* donne les meilleurs résultats. Il y a seulement deux cas où il faut avoir recours à la chirurgie :

1° Faire une ponction lombaire, quand la pression du liquide cérébrospinal est fortement augmentée.

2° Dans le cas d'abondante hémorragie de la blessure, ce qui peut avoir lieu subitement et ne doit étonner ni le médecin ni le garde-malade.

Le pronostic de toutes les altérations électriques est en général très bénin, non seulement pour les lésions externes, mais aussi pour des affections localisées dans les organes internes, par exemple : les névrites, les altérations fonctionnelles de la moelle épinière, etc.

M. **Lémeray** adresse une Note intitulée : *La voie lactée est-elle due à une concentration stellaire réelle? Élément de ligne*

$$ds^2 = \frac{dr^2}{1 - \frac{r^2}{a^2}} + r^2\,d\theta^2 + r^2\sin^2\theta\,d\varphi^2.$$

La séance est levée à $16^h 15^m$.

E. P.

([1]) *Comptes rendus*, 131, 1901, p. 1295.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de novembre 1925.

Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie, publiées sous le patronage du Conseil international de recherches et de l'Union internationale de chimie pure et appliquée, par le Comité institué par le 7e Congrès de chimie appliquée. *Rapport général présenté au nom de la Commission permanente du Comité international pour l'année* 1924. Paris, Charles Marie, secrétaire général, 1925; 1 fasc. 27^cm^.

The Building of the National Academy of Sciences and National Research Council, by W.-K. Harrison. Washington, 1925; 1 fasc. 32^cm^.

L'industrie des produits chimiques et ses travailleurs, par A. Matagrin. Paris, Gaston Doin, 1925; 1 vol. 19^cm^. (Présenté par M. Charles Moureu.)

La compensation des erreurs des levés topographiques par la méthode des moindres carrés, par Georges-A. Lezinas. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926; 1 vol. 25^cm^,5.

La mission du chanoine Pingré à l'île Rodrigues en 1761, par J. Vivielle. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1925; 1 fasc. 25^cm^,5. (Présenté par M. Fichot.)

La concentration en ions hydrogène de l'eau de mer; le pH, *méthodes de mesure, importance océanographique, géologique, biologique*, par R. Legendre. Paris, Presses universitaires de France, 1925; 1 vol. 24^cm^. (Présenté par M. Henneguy.)

Initiation à la médecine, par Henri Bouquet. Paris, Hachette, 1925; 1 vol. 19^cm^. (Présenté par M. Roux.)

La préhistoire par les étoiles; un chronomètre préhistorique, par Marcel Baudouin. Paris, Norbert Maloine, 1926; 1 vol. 19^cm^.

Les poissons des eaux douces de la France, par Louis Roule. Paris, Presses universitaires de France, 1925; 1 vol. 21^cm^. (Présenté par M. Louis Bouvier.)

Traité théorique et pratique des fraudes et falsifications, par F. Monier, F. Chesney, E. Roux. Paris, Léon Tenin, 1925; 1 vol. 23^cm^.

Charcot et l'École de la Salpêtrière, par Charles Lallemand. Paris, Éditions de la *Revue politique et littéraire*, 1925; 1 fasc. 21^cm^.

Discours prononcé aux obsèques de Camille Flammarion et allocution à l'assemblée générale de la Société astronomique de France sur la théorie de la relativité, par Charles Lallemand. Paris, Société astronomique de France, 1925; 1 fasc. 24^cm^,5.

Rapport sur les travaux du service du nivellement général de la France de 1922 *à* 1924, par CHARLES LALLEMAND.

Contributions à l'étude des roches indochinoises. II : *Roches de la région de Nha Trang* (*Sud Annam*), *roches du nord du Tonkin*, par RENÉ BOURRET. Hanoï, 1925; 1 fasc. 28cm.

Études géologiques dans la région de Pak-Lay (*Moyen Laos*), par RENÉ BOURRET. Hanoï, 1925; 1 vol. 28cm.

Les huiles lourdes dans les moteurs, par AIMÉ WITZ. Louvain, Fr. Ceuterick, 1925; 1 fasc. 25cm,5.

Mécanique analytique, par J.-L. LAGRANGE. Paris, Vve Courcier, 1811; 1 vol. 26cm (annoté par Barré de Saint-Venant). (Présenté par M. Brillouin.)

Région aurifère d'Olekm et de Vitima, par V.-A. OBROUTCHEFF. *Revue géologique des régions aurifères de la Sibérie*, tome III : Sibérie orientale, livre I. Moscou, 1923; 1 vol. 27cm.

Région frontière de Dzoungarie, par V.-A. OBROUTCHEFF et collaborateurs. Tome I : Itinéraire. Livre II : Carnets de route : *Le désert de Sirkhin-Gobi, la vallée de Diam et la dépression Orkhou avec les monts Khara-Arate, Khara-Sirkhé et Seinik.* Livre III : Carnets de route : *Monts Semis-Taia, Ourkachare, Kodjour, Tarbogatai oriental, Saour et Manrak, vallée Kobou avec les monts de Khara-Adrik.* Tomsk, 1914; 2 vol.

Grégoire Nikolaevitch Potanine, par V.-A. OBROUTCHEFF. Moscou, 1916; 1 fasc. 20cm.

Kurze Skizze der tektonik von Sibirien : Orogenetische Zyklen strukturelemente und Faltensysteme. Moscou, 1922; 1 fasc. 22cm.

Kurze übersicht der russischen Forschungen im Gebiet der Erdkunde während der Jahre 1914 *bis* 1921. *Geographische und geologische skizze des Grenzgebietes der Dsungarei*, par W.-A. OBRUTSCHEW. (Sonderhabdruck aus der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.) Berlin, 1922-1923; 2 fasc. 25cm.

Gestaltungsgeschichte der Erde, par LEOPOLD KOBER. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1925; 1 vol. 22cm. (Présenté par M. Pierre Termier.)

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 14 DÉCEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

En ouvrant la séance M. **Louis Bouvier** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

L'année qui touche presque à son terme ne s'éteindra pas sans nous laisser de profonds regrets; indifférente à l'âge et au talent, elle a frappé en aveugle notre Compagnie et rendu singulièrement douloureuse la tâche très honorable que vous avez bien voulu me confier. Dans nos séances hebdomadaires, j'ai fait de mon mieux pour rendre hommage aux Confrères que le destin nous a ravis, permettez-moi aujourd'hui de consacrer encore quelques paroles à leur mémoire.

La première de ces victimes fut l'excellent chimiste **Léon Maquenne** qui appartenait à la section d'Économie rurale. Élève de notre regretté confrère M. Dehérain qu'il remplaça au Muséum, il a réalisé une œuvre de physique végétale hautement importante où l'on met à juste titre au premier rang ses travaux sur les sucres, sur la saccharification de l'amidon, et ceux qu'il réalisa en collaboration avec MM. Dehérain et Demoussy sur les phénomènes intimes de la respiration chez les végétaux. C'était un merveilleux professeur. Depuis quelques années, il se sentait physiquement amoindri et perdait peu à peu ses forces; ce travailleur infatigable ne pouvait plus travailler; est-il, pour un homme de science, affliction plus grande!

Trois mois après, au courant d'avril, s'éteignait M. **Rabut**, de la section Industrielle, après une vie consacrée tout entière aux progrès de l'art des constructions. On lui doit les moyens de reconnaître, par une sorte d'auscultation, le point faible des ouvrages, la cause de leur excès de fatigue et les moyens d'y porter remède. Il fut en tête de ceux qui comprirent les avantages du béton armé, inaugura pour l'emploi de cette invention française un cours à l'École des ponts et chaussées, et, prêchant d'exemple, fit construire en béton l'audacieux encorbellement qui surplombe les voies

ferrées à la gare Saint-Lazare. Suivant l'expression de son confrère et ami M. Séjourné, il a enrichi le capital de la France.

Un mois encore, et nous conduisions au champ du repos le doyen de la section de Chimie, M. **Albin Haller**, vite emporté par les complications grippales survenues en suite d'un accident de laboratoire. Alsacien de naissance, il possédait toutes les qualités profondes des fils de l'Alsace et fut brave comme les plus vaillants d'entre eux; la recherche scientifique est aussi une lutte; dès le début de sa carrière il y perdit un œil, il méritait d'y mourir sur la brèche. Cet élève de l'école primaire sut atteindre les plus hauts sommets, devenir professeur à la Faculté de Nancy, gagner la Sorbonne et mériter la présidence du Comité des poudres, partout égal à sa fonction grâce à son génie de la recherche et à son talent d'organisateur. Dans la science pure, il s'attacha surtout au problème du camphre dont il fit surgir un monde nouveau de composés chimiques. Dans le domaine de l'organisation il résolut d'associer la science à l'industrie en préparant pour cette dernière des chimistes habiles; ce qui le conduisit à créer l'Institut chimique de Nancy, et à donner une impulsion puissante à l'École parisienne de Physique et de Chimie dont il fut nommé directeur. Pendant la guerre, on le maintint à la présidence du Comité des poudres, ce qui était presque remettre entre ses mains le sort de la Patrie. Peut-on faire de lui un plus bel éloge?

Quelques semaines plus tard, c'est **Louis Gentil** qui disparaît, laissant un grand vide dans la section de Géographie et Navigation où il venait à peine d'entrer. Dans sa chambre où une maladie multiforme le retenait depuis des mois, il a dû suivre avec angoisse les nouvelles guerrières qui nous parvenaient du nord de l'Afrique. Car il a été, plus que tout autre, fils de cette terre : il vit le jour et prit ses licences dans la métropole algérienne, étudia la région volcanique comprise entre la ville d'Oran et la frontière marocaine, puis, franchissant cette frontière, réalisa sa destinée qui était de faire connaître la géographie physique, la pétrographie et la géologie du Maroc. Collaborateur du grand maréchal Lyautey, il a mis tous ses dons au service du Maroc pour la gloire de la France; tous ses dons, et davantage encore, peut-être, car sa maladie fut mystérieuse, et les pays inexplorés prélèvent souvent un terrible tribut sur ceux qui leur ont ravi des secrets.

Il me faut, hélas! continuer. Nous rentrions à peine de vacances, joyeux de nous revoir, lorsqu'une triste nouvelle nous surprit : **Wilfrid Kilian**, membre non résidant, venait de mourir à Grenoble où il occupa durant

trente-trois années la chaire de Géologie de la Faculté des Sciences. Il disparut brusquement, sexagénaire vigoureux, en pleine puissance productrice. Aux regrets de l'Académie, pour cette perte déplorable, j'ai cru devoir ajouter les miens propres, car il fut mon camarade en Sorbonne et nous avions en commun bien des souvenirs.

Kilian eut Hébert pour maître à la Sorbonne, Marcel Bertrand et M. Douvillé à l'École des Mines. Il doit beaucoup à ces trois guides, surtout à Marcel Bertrand qui l'apprécia au cours de la Mission géologique envoyée par l'Académie des Sciences, en Andalousie, à la suite du tremblement de terre de 1885. C'est Marcel Bertrand qui le dirigea sur l'étude des Alpes françaises, lui signalant l'intérêt des grandes Alpes où tout était pour ainsi dire à faire; successeur de Lory qui s'était presque borné aux chaînes subalpines, il compléterait ainsi l'œuvre de son aîné. Kilian accepta cette tâche effroyablement complexe qui réclamait une passion scientifique, des talents et une endurance extraordinaire. Il accepta cette tâche et il s'y est illustré : du mont Blanc jusqu'à Nice, du Carbonifère jusqu'au Pléistocène, il a précisé la stratigraphie, la paléontologie et la tectonique des Alpes françaises et son nom restera désormais inséparablement attaché à l'histoire de cette grandiose partie du globe.

Ce n'était pas le terme de la funèbre liste. Trois semaines plus tard, la mort est venue ravir à notre Compagnie un de ses membres libres des plus illustres, M. **Tisserand**, qui s'est éteint dans sa 96ᵉ année, alerte et souriant vieillard. Nulle carrière ne fut plus longue, plus homogène, plus féconde que la sienne. Il a été l'homme d'une seule œuvre et d'une seule idée, il voulait rendre le pays prospère en développant ses richesses agricoles par le moyen de la Science. Avec un rare bonheur, mais aussi une constance et des aptitudes peu communes, il sut accomplir cette belle et lourde tâche.

En 1850, nous le trouvons élève à l'Institut agronomique de Versailles; une fois sorti de cette école il passe cinq années entières à visiter les pays d'Europe les plus renommés pour leur agriculture, et au retour, en 1858, muni du plus précieux bagage, il dirige la mise en valeur agricole des domaines impériaux les plus déshérités. Il s'acquitte si bien de cette entreprise délicate qu'après 1870 il est successivement nommé Inspecteur général, puis Directeur général de l'Agriculture, poste qu'il occupe presque jusqu'à la fin du dernier siècle. Alors s'exerce avec une intensité extraordinaire son infatigable apostolat : les écoles, les laboratoires et les chaires d'agriculteurs se multiplient, l'organisation agricole actuelle est créée de toutes pièces, il suffira de la développer.

Et cependant son intelligence reste à tout largement ouverte; il publie des ouvrages de haute Science agricole, il encourage les hommes de recherche, il veille aux intérêts de la culture. C'est lui qui soutint Pasteur dans ses expériences en plein champ sur les maladies du Ver à soie et sur la vaccination anti-charbonneuse; c'est lui qui fut auprès de M. le Ministre Méline le principal artisan de la loi protectrice qui permet encore à l'agriculture française de subvenir à nos plus pressants besoins. Le grand homme de Science et le grand Ministre ont rendu pleine justice à l'éminent Directeur. Justement fier de ces deux hauts hommages, conscient d'avoir assuré à son pays le meilleur élément de richesse et de stabilité, M. Tisserand pouvait s'endormir en paix. C'est un grand citoyen qui disparaît.

La mort n'a pas épargné davantage nos Correspondants.

L'un des plus illustres, M. **Jean Bergonié**, de la section de Médecine, disparut au seuil même de cette année, après un long martyre dont il avait stoïquement calculé toutes les étapes. Professeur de physique médicale et d'électricité biologique à la Faculté de Médecine de Bordeaux, il consacra ses recherches à la médication par les agents physiques, et entrevoyant l'importance que devaient avoir à cet effet les rayons X et les émanations du radium, en aborda bravement la dangereuse étude. Il y trouva la gloire, mais aussi de terribles mutilations qui, progressant peu à peu, le conduisirent à la mort. « Jamais, comme l'a dit notre confrère M. Widal, on n'a vu un don plus complet de soi-même »; Bergonié est devenu et restera « le mutilé héroïque qui se dresse comme le symbole du dévouement à la science et à l'humanité ».

Nous avons à déplorer aussi la perte de plusieurs correspondants étrangers : deux Belges, M. le Dr **Antoine Depage** de la section de Médecine et M. **Jean Massart** de la section de Botanique; et un météorologiste Suédois, M. **Hildebrand Hildebrandsson** de la section de Géographie et de Navigation. Tous trois ont excellé dans le domaine scientifique qu'ils avaient choisi. L'un d'eux, M. le Dr **Depage**, a joué un rôle dans la grande guerre en installant à La Panne, près de la frontière, un hôpital de 800 lits qui passait à juste titre pour un modèle d'organisation chirurgicale. Rien ne put l'abattre dans sa lourde tâche, ni les angoisses patriotiques, ni la mort de Mme Depage qui, revenant de New-York où elle était allée pour ses compatriotes, fut une des victimes du « Lusitania ».

Après cette longue énumération funèbre, j'éprouve un réel soulagement à saluer les hommes de valeur qui sont venus combler quelques-uns de nos vides.

Avec eux se poursuivra l'œuvre entreprise par l'ensemble des pionniers scientifiques dont notre Compagnie se fait l'écho et voudrait être la synthétique image; ils bénéficient du travail de leurs prédécesseurs, ils sauront en extraire l'idée fécondatrice et en tirer des fruits nouveaux. La Science est en évolution continue, mais elle change moins de fond que de face, car elle progresse en prenant pour base ce qu'il y a de meilleur et de vivant dans les acquisitions du passé.

Ainsi en est-il de l'idée transformiste qui a déterminé une extraordinaire révolution dans les sciences biologiques et largement empiété sur le domaine de la philosophie. Elle n'est point restée stationnaire : on l'a soumise aux innombrables contrôles de l'observation et de l'expérience, attaquée avec passion, défendue avec vigueur; certains croient même lui avoir donné le coup mortel. Qu'est-elle devenue à travers ces vicissitudes? Que reste-t-il des éléments qui la soutinrent? Y a-t-il vraiment, comme l'écrivait Le Dantec, une crise du transformisme? C'est ce que je voudrais indiquer brièvement.

L'idée transformiste est issue du spectacle qu'offrent, aux yeux de tous, les êtres vivants : par leur diversité, leur pouvoir de variation, et les intermédiaires sans nombre qui relient les plus simples aux plus compliqués, ils se présentent à nous comme une énigme. Sont-ils le résultat de créations successives qui ont fait surgir une à une leurs diverses espèces, établi entre elles une série progressive de liens et laissé à chacune un champ de variation étroit, mais suffisant pour leur permettre de se plier aux nécessités ambiantes? Ou bien faut-il les regarder comme représentants de séries évolutives où toutes les espèces proviennent de la transformation d'espèces plus anciennes, issues elles-mêmes, par un procédé semblable, d'espèces plus anciennes encore, et ainsi de suite jusqu'à des espèces primitives également transformables, et communes à toutes les séries?

Il faut choisir entre ces deux idées car, sauf une combinaison indiquée plus loin, il n'en est pas d'intermédiaires. Expliquant l'une et l'autre la diversité et l'enchaînement des êtres, elles semblent propres à satisfaire l'esprit, mais portent la marque des époques où elles ont pris naissance.

La première fut longtemps admise presque sans conteste, tant elle paraissait simple et l'expression adéquate d'une Puissance créatrice, perpétuellement soucieuse de veiller aux détails du monde vivant, même les plus infimes. Elle régnait encore en maîtresse à l'époque de Cuvier et n'eut pas de plus ardent défenseur que l'illustre zoologiste. Mais elle portait en elle les germes qui devaient la faire disparaître et assurer le triomphe de l'idée

transformiste. On peut concevoir une Puissance créatrice tirant des corps bruts les êtres vivants les plus simples, non toutes les espèces séparément, depuis l'amibe jusqu'à l'Homme. Cette Puissance perd-elle de sa grandeur en faisant surgir les espèces les unes des autres à partir des premières qu'elle a tirées de la substance inerte? Et si, par cette voie, elle a fait naître l'Homme, n'a-t-elle point en réalité, comme le dit la Genèse, formé celui-ci « de la poussière de la terre ». Cuvier ne s'est jamais nettement expliqué sur ces points et les créationnistes modernes ne l'ont pas fait davantage, que je sache. Mais est-il encore de vrais créationnistes? Et la plupart d'entre eux ne sont-ils pas des transformistes qui répugnent à porter ce nom, par suite des abus qu'en firent une fausse métaphysique, quelquefois un snobisme qui veut se distinguer en exagérant les idées trop vulgaires du simple bon sens.

L'idée transformiste ne fut pas étrangère à Buffon qui, sur le tard de sa longue et féconde existence, reconnut que la forme des animaux « n'est pas inaltérable », qu'elle « peut varier et même changer avec le temps » comme « leur nature » et que beaucoup d'espèces « s'étant dénaturées, c'est-à-dire perfectionnées ou dégradées par les grandes vicissitudes de la terre et des eaux... ne sont plus les mêmes qu'elles étaient autrefois ». Mais perdue et comme noyée dans l'œuvre immense du grand et laborieux naturaliste, elle n'eût pas laissé de traces, si Lamarck ne l'avait reprise et développée, établissant avec elle l'armature même de la biologie.

Contrairement à l'opinion courante, le génie n'est pas toujours une fleur de la jeunesse, il a parfois besoin de mûrir pour se manifester : Lamarck avait franchi la soixantaine lorsque parut, en 1809, la mémorable « Philosophie zoologique » où il exposa son idée sur l'évolution des êtres vivants. Pour lui, ces êtres évoluent par réaction vitale aux longues influences du milieu et lèguent à leur descendance les variations de cette manière acquises. Écoutons-le plutôt : « Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances où leur race se trouve depuis longtemps exposée, et, par conséquent, par l'influence de l'emploi prédominant de tel ou tel organe, ou par celle d'un défaut constant d'usage de telle partie, elle le conserve par la génération aux nouveaux individus qui en proviennent ». Hérédité des caractères lentement acquis à la suite des interactions du milieu interne vivant et du milieu externe, de l'être vivant et de son ambiance, tels sont les facteurs de l'évolution transformiste au sens où la comprenait Lamarck.

C'étaient là des vues prophétiques, où le temps jouait le rôle de facteur

essentiel, peu faites dès lors pour séduire l'esprit positif et conservateur de Cuvier. En pleine possession de sa gloire et de son influence, qui étaient grandes, l'illustre naturaliste, du vivant de Lamarck, combattit les idées nouvelles par un silence dédaigneux, et après la mort de son collègue du Muséum, par des accents ironiques : « Le temps est un facteur nécessaire de toutes ces choses, écrivait-il, le temps, qui joue un si grand rôle dans la religion des Mages, et sur lequel M. de Lamarck se repose pour calmer ses propres doutes et répondre aux objections de ses lecteurs ». N'est-il pas curieux de voir repris cet argument cuviérien par un grand nombre de transformistes modernes? Et pourtant, que sont nos pauvres expériences en regard de celles qui se réalisèrent dans la nature au cours des âges révolus, durant des milliers et peut-être des millions de siècles! Si le temps, ou du moins sa mesure, est un facteur essentiel de la relativité telle que la conçoit Einstein, il ne joue pas un moins grand rôle dans la nature, comme le montre, avec une pleine évidence, l'histoire géologique du globe.

Lamarck disparaît au milieu des éclats de la renommée cuviérienne; c'est un méconnu qui s'en va, désespérant presque du succès de son œuvre. Comme l'observe Edmond Perrier dans la belle étude sur Lamarck que vient de faire paraître son frère, on est loin de l'époque où l'un des meilleurs zoologistes de Grande-Bretagne, l'éminent H. Huxley, pourra écrire : « Buffon et Lamarck sont des géants; Cuvier ne vient qu'après eux ». Jusqu'en 1859, c'est presque le silence autour de l'idée transformiste; mais alors se révèle Charles Darwin qui reprend et développe cette idée sous une autre forme dans son « Origine des espèces », admirable pendant de la « Philosophie zoologique ». A l'inverse de Lamarck qui devançait par trop son époque, Darwin arrive au moment propice : il bénéficie du travail d'un demi-siècle et trouve un public pour l'entendre. Aussi, bien que s'occupant fort peu de Lamarck, a-t-il contribué plus que personne à en faire connaître l'œuvre et à la tirer d'un injuste oubli; c'est par lui que le transformisme a reçu droit de cité dans le monde,

D'ailleurs, il accepte les idées lamarckiennes, c'est-à-dire l'hérédité des caractères acquis sous l'influence du milieu, mais il y ajoute une part dominante qui lui est propre. Les variations lentes lui paraissent « d'une importance tout à fait secondaire » si on les compare aux « variations accidentelles » qui se produisent çà et là, par des « causes inconnues », chez les représentants des diverses espèces. Ces variations accidentelles sont héréditaires et apparaissent brusquement; elles se manifestent dans les instincts comme dans les formes. Darwin les appelait des *sports*, mais les sports ne

sont rien autre que les *mutations* des auteurs modernes. Quelle qu'en soit l'origine, les variations héréditaires n'ont pas toujours la même valeur; par la lutte pour l'existence, elles donnent prise à une sélection naturelle qui les favorise et les amplifie chez les individus où elles sont le plus avantageuses.

On se trouvait dès lors, semble-t-il, en présence de deux vues essentiellement différentes, pour expliquer l'évolution par le mode transformiste : l'idée lamarckienne qui attribuait les phénomènes évolutifs aux réactions vitales de l'être sous les influences du milieu, et celle de Darwin où le rôle principal était dévolu à la mort, c'est-à-dire à la sélection naturelle de variations brusques dont la cause restait mystérieuse. Ce fut l'époque héroïque du transformisme, celle où combattirent vaillamment en faveur de celui-ci quelques-uns de nos plus brillants confrères, les Gaudry, les Giard, les Perrier; en grande majorité, les biologistes se rangèrent sous les deux drapeaux à la fois, acceptant la sélection naturelle qui n'était contraire en rien aux idées de Lamarck, mais sans accorder aux mutations l'importance prédominante que leur attribuait Darwin.

La lutte appelle l'union que dissocie trop souvent la victoire, tant sont grandes les tendances belliqueuses de la pauvre humanité. Au moment où le transformisme s'établissait en maître sur les ruines de l'école cuviérienne, un professeur de Fribourg-en-Brisgau, M. Weismann, envisageait des modifications profondes dans le mécanisme de l'évolution des êtres : pour lui, les influences de milieu sont bien capables de modifier le soma, c'est-à-dire l'ensemble de l'individu, abstraction faite des cellules reproductrices, mais les variations qu'elles produisent sont incapables de retentir sur ces dernières et, par suite, de passer à la descendance. C'était la négation complète du mécanisme entrevu par Lamarck, et la réduction du système darwinien à sa partie principale, celle relative aux mutations. Ces variations brusques résultent du hasard de la combinaison, au moment où le germe mâle s'unit au germe femelle pour constituer l'œuf. D'après Weismann, les germes renfermeraient des particules représentant chacune un caractère ; ces particules seraient indépendantes, capables de se multiplier elles-mêmes, vivant en une sorte de symbiose à l'intérieur des cellules reproductrices; et c'est à leurs combinaisons diverses au moment où se fusionnent les germes qu'il faudrait attribuer les variations héréditaires. Si l'on tient pour de la bravoure la conception des hypothèses osées, Weismann doit être considéré comme un brave !

Toutefois, l'hypothèse des particules était trop imaginaire pour résister à

l'analyse. Elle se modifia et devint plus rationnelle à la suite des recherches effectuées par plusieurs botanistes, en France par Naudin et en Allemagne par Mendel sur les hybrides végétaux, en Hollande par de Vries sur les mutations des Œnothères. Ces recherches établirent l'indépendance de certains caractères particuliers aux races et aux espèces : ces caractères passent d'abord en commun aux hybrides issus du croisement, mais ils se disjoignent au cours des générations successives pour réapparaître purs et sans mélange chez certains descendants. Ainsi apparut une nouvelle école, celle des mutationnistes, directement issue du darwinisme et des idées de Weismann, encore que parfois elle s'en défende. Comme Weismann, les adeptes de cette école n'admettent pas d'autres variations héréditaires que les mutations, c'est-à-dire les variations d'origine germinale, et ils les attribuent également à des facteurs germinaux qui, réglant les conditions internes du fonctionnement des cellules, impriment aux individus tels ou tels caractères; à juste titre d'ailleurs, ils rejettent l'influence amplifiante de la sélection naturelle sur les variations; la sélection détruit sans rien créer, elle maintient simplement les variations moyennes.

Les mutationnistes purs se rangent autour du biologiste américain T.-H. Morgan qui a réalisé et fixé d'extraordinaires mutations chez la Drosophile ou Mouche du vinaigre; on trouvera leur expression parfaite dans l'intéressant ouvrage sur « l'Hérédité » que vient de faire paraître en France M. Guyénot. Pour eux, les facteurs germinaux sont des particules déterminées, mais sans multiplication propre; ils seraient localisés au sein du noyau, dans les filaments chromatiques propres à cette partie de la cellule et, comme le patrimoine héréditaire qu'ils constituent, auraient une fixité considérable. Fluctuante sous les influences du milieu externe, l'espèce conserve, avec une étonnante stabilité, les variations issues des cellules germinatives, et ces variations, comme le pensait Darwin, semblent exclusivement dépendre du hasard.

Nous voici bien loin des idées de Lamarck et moins, mais beaucoup encore, de celles professées par Darwin. Que devient en cela le transformisme? Nul ne met en doute l'intérêt des variations brusques, mais on en conteste la valeur évolutive, et cela aux deux pôles de la sphère scientifique. Dans un ouvrage récent des plus remarquables *Sur les membres et ceintures des Vertébrés tétrapodes*, M. Vialleton fait une critique serrée du transformisme, l'admettant tout au plus pour les espèces, les genres, c'est-à-dire pour les ramuscules ultimes des deux règnes, mais le contestant d'une manière absolue pour les grands types qui seraient nés indépendamment

les uns des autres : « Ce n'est point, dit-il, une même vague de vie qui s'est continuée à travers les âges..., mais bien une série de vagues différentes, parties de divers points ». Et observant à ce propos que les mutations connues ne présentent qu'une faible amplitude, il ajoute qu'elles « sont en réalité la négation même des théories transformistes ». M. Vialleton se rapproche surtout d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, ce qui n'est déjà point une si vilaine place; on dirait qu'il tient le milieu entre les créationnistes et les transformistes. Par une coïncidence plutôt surprenante, il se fait l'écho du transformiste lamarckien le plus ardent, du regretté Le Dantec qui, en 1909, écrivait : « La théorie des mutations est véritablement la négation du transformisme ». C'est dépasser la mesure, et le P. Teilhard de Chardin, contradicteur de M. Vialleton, envisage bien plus largement, à mon sens, les idées transformistes. Le Dantec fut un passionné de talent, mais dans la discussion, les passionnés vont de confiance aux extrêmes.

Car il n'y a pas l'antagonisme que l'on croit entre les diverses écoles transformistes. Limitant aux variations brusques le mécanisme de l'évolution, les mutationnistes pensent que celle-ci est discontinue, que les espèces et les races sont fixes et qu'elles disparaissent pour s'anéantir ou donner naissance à d'autres également fixes. En quoi ils ne s'éloignent pas autant qu'on le suppose de l'antitransformiste Fabre, en quoi surtout ils s'accordent parfaitement avec les physico-chimistes, surtout avec M. Georges Bohn, qui compte parmi les meilleurs : « Si, observe ce dernier, les caractères morphologiques et fonctionnels de chaque race et de chaque espèce sont la manifestation de la structure intime de leur plasma, formé dans chaque cas de produits définis et distincts, il ne saurait y avoir d'une race à une autre, d'une espèce à une autre, de transitions lentes et continues dans le sens de Darwin et de Lamarck. » Cela ne fait pas de doute; mais que faut-il entendre par variations lentes et continues? Y a-t-il entre elles et les variations brusques une opposition fondamentale? A l'exemple de Giard, beaucoup de zoologistes l'ont contesté, et M. Rabaud le conteste encore dans ses *Éléments de Biologie générale.*

Veut-on mon sentiment sur ce point qui est, dans la question, d'importance capitale?

D'abord, Lamarck n'a jamais dit que toutes les variations individuelles sont héréditaires, il se contente de faire jouer un rôle à celles qui, longuement élaborées, passent à la descendance par voie héréditaire; on ne s'occupait pas à son époque, de continuité et de discontinuité dans les variations. Or, les variations héréditaires sont celles qui frappent les cel-

lules reproductrices, ce sont les variations brusques ou mutations des mutationnistes; elles sont ordinairement faibles, parfois très faibles, et alors quand elles s'ajoutent peu à peu, donnent une impression de lenteur et de continuité au processus évolutif.

D'ailleurs, qu'elles soient faibles ou fortes, les variations héréditaires ne sauraient échapper au mécanisme entrevu par Lamarck. On peut bien les attribuer au hasard, mais ce n'est qu'une échappatoire; animaux et plantes sont tributaires du milieu externe où ils vivent et de leur propre milieu interne issu de celui-là; les deux milieux réagissent l'un sur l'autre, et à moins d'invoquer un agent mystérieux supra-naturel, on ne voit pas d'autres influences capables de faire varier un organisme. Quant à croire, à la suite de Weissmann, que les variations des cellules somatiques sont incapables d'agir sur les cellules reproductrices, c'est mettre en doute les relations intimes qui existent entre tous les organes, et la confusion de ces derniers en un tout unique chez les êtres unicellulaires. En fait, toutes les variations sont dues aux réactions réciproques du milieu externe et du milieu interne, et toutes les variations héréditaires, faibles ou fortes, mûrissent plus ou moins lentement à l'intérieur de l'organisme, pour se manifester brusquement à l'extérieur sous la forme de mutation. J'ai comparé jadis ce phénomène « à l'accumulation de puissance qui se produit chez les jeunes êtres et qui se manifeste brusquement par la maturité sexuelle, ou encore à la longue genèse de maladies qui se développent tout à coup », également à l'élaboration de la Langouste au sein de sa larve foliacée. « Pour obtenir une réaction chimique, écrivait à ce propos Giard, pour faire virer la coloration d'un liquide, il faut ajouter goutte à goutte le réactif jusqu'au moment où, tout à coup, la réaction se produit et la coloration nouvelle apparaît. La mutation est le résultat d'un nouvel état d'équilibre dans les variations de l'organisme. »

Ainsi doit être comprise, il me semble, l'évolution des êtres vivants; elle est le résultat de transformations lentes, brusquement extériorisées, dues aux influences réciproques qui agissent sur ces êtres et dans eux. Comment agissent ces influences, on ne le sait pas exactement, et c'est pour en connaître le mécanisme que les diverses écoles transformistes se sont établies. Chacune d'elles a bien travaillé dans ce domaine suivant la conception de ce mécanisme qui lui paraît la plus rationnelle, toutes ont rendu et rendent encore d'incomparables services; sans s'illusionner d'ailleurs sur leur insuffisance, moins encore sur les mystères qu'elles rencontrent sur leur route, et qui font dire : *Ignoramus*, à M. Cuénot dans le livre remarqua-

blement limpide qu'il vient de consacrer à « l'adaptation ». Nul ne se sent plus ignorant que l'homme de science.

« Les biologistes contemporains, écrivait récemment M. Georges Bohn, perdent trop souvent leur temps à discuter les mérites respectifs du lamarckisme et du darwinisme; ils s'attardent à la solution du problème de l'hérédité, alors qu'il serait plus logique de rechercher le déterminisme des formes et des mouvements avant les modes de transmission des caractères des êtres vivants ». C'est être beaucoup trop exclusif : les problèmes difficiles ont toujours plusieurs faces, et l'on a chance de les résoudre en attaquant chacune de ces faces par la méthode appropriée; pourquoi restreindre le nombre des chercheurs et des méthodes dans le problème de l'évolution qui est, sans conteste, le plus difficile de la biologie?

C'est par là que je termine ces considérations sur le lamarckisme et le darwinisme; veuillez m'excuser si, comme le pense M. Bohn, je vous ai fait perdre votre temps!

Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la lecture du palmarès.

PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS EN 1925.

RAPPORTS.

MATHÉMATIQUES.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat, Émile Borel, Lebesgue.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

Extension de la théorie des fonctions analytiques.

Aucun Mémoire n'a été déposé sur cette question.
La question est maintenue au concours pour 1926.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Appell, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat, Émile Borel, Lebesgue; Émile Picard, rapporteur).

Le prix est décerné à M. **Georges Valiron**, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, pour ses travaux sur les fonctions entières.
L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Sebert, Vieille, Kœnigs, Rateau, Mesnager; Lecornu, rapporteur.)

M. **René Risser**, chef du service de l'actuariat au ministère du travail, est l'auteur d'un travail intitulé : *Essai sur la théorie des ondes par émersion*, travail qui lui a servi de Thèse pour obtenir devant la Faculté des sciences de Paris le grade de docteur ès sciences mathématiques. On y trouve un intéressant résumé des nombreuses recherches effectuées sur la question des ondes produites à la surface d'un liquide primitivement en repos par l'action d'une force impulsive, telle qu'un coup de vent, ou par l'émersion d'un solide qui déprime cette surface. Cette question a occupé notamment Laplace, Lagrange, Cauchy, Poisson, M. Boussinesq et M. Hadamard. Elle a été étudiée expérimentalement par Biot et par Bidone. M. Risser apporte une contribution personnelle. Il examine en particulier ce qui se passe au voisinage du centre d'ébranlement pour un milieu indéfini en tous sens, alors qu'avant lui on s'était borné, sur ce point, au cas des ondes cylindriques. D'autre part, au cours de la guerre, M. Risser a produit divers travaux de balistique. Enfin, ses fonctions au ministère du travail lui ont donné l'occasion d'appliquer ses connaissances mathématiques à la résolution de problèmes assez difficiles.

La Commission propose d'attribuer à M. **R. Risser** le prix Montyon (Mécanique).

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Sebert, Vieille, Lecornu, Rateau, Mesnager; Kœnigs, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Denis Eydoux**, professeur à l'École nationale des ponts et chaussées, directeur des études à l'École Polytechnique, pour l'ensemble de ses travaux d'hydraulique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PIERSON-PERRIN.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Sebert, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Rateau, Mesnager.)

Le prix n'est pas décerné.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Andoyer; Deslandres, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Georges Fournier**, instituteur et astronome volontaire, pour les belles observations qu'il a faites sur les surfaces et atmosphères planétaires dans les observatoires successifs de M. Jarry Desloges, en particulier au Mont-Revard, à Laghouat et à Sétif.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux; Andoyer, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **V. Michkovitch**, aide astronome à l'Observatoire de Nice, pour ses travaux sur la statistique stellaire.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux; Deslandres, Andoyer, rapporteurs.)

Un prix de 2500^{fr} est décerné à M. **Eugène Antoniadi**, attaché à l'Observatoire de Meudon, pour ses recherches sur la surface des planètes.

Un prix de 2500^{fr} est décerné à M. **Fernand Baldet**, astronome à l'Observatoire de Meudon, pour ses recherches sur la constitution des comètes.

Un prix de 2500^{fr} est décerné à M. **Benjamin Jekhowsky**, aide astronome à l'Observatoire d'Alger, pour ses travaux relatifs à la détermination des éléments des petites planètes.

Rapport de M. Deslandres *sur les travaux de MM.* **Antoniadi** *et* **Baldet**.

La Commission propose de décerner :

Un prix de 2500^{fr} à M **Eugène Antoniadi** pour ses belles observations de la surface et de l'atmosphère des planètes, et de la planète Mars en particulier. Ces observations ont été poursuivies depuis 35 ans avec des instruments que M. Antoniadi a organisés lui-même, et dans ces dernières années, avec la grande lunette de 0^{m},83 de l'Observatoire de Meudon.

Un prix de 2500^{fr} à M. **Fernand Baldet**, aide astronome à l'Observatoire de Paris et détaché à l'Observatoire de Meudon.

M. Baldet, qui a été pendant 10 ans astronome à l'Observatoire d'Alger,

a été le principal collaborateur de M. Gonnessiat, directeur de cet observatoire, dans la préparation d'un grand catalogue d'étoiles fondamentales. Attaché à l'Observatoire de Meudon depuis 1922, il a poursuivi des recherches fort intéressantes sur le spectre du noyau et de la queue des comètes et sur l'origine de leur lumière. Il a pu retrouver dans le laboratoire le spectre de bandes si curieux, dit de la queue des comètes, en soumettant le gaz oxyde de carbone sous des pressions très faibles au bombardement électronique d'une cathode incandescente. Il a fait une étude complète de ce spectre, qui d'ailleurs avait été découvert par lui, en collaboration avec M. de la Baume Pluvinel, dans la queue de la comète Morehouse.

Rapport de M. ANDOYER *sur les travaux de M.* **JEKHOWSKY**.

M. **BENJAMIN JEKHOWSKY**, attaché à l'Observatoire d'Alger, s'est fait remarquer, depuis plusieurs années déjà, par son zèle et son dévouement pour l'observation des petites planètes et le calcul de leurs orbites : on lui doit notamment la découverte de plusieurs de ces astéroïdes. Docteur de l'Université de Paris, il a montré dans sa Thèse de belles qualités de théoricien, qu'il continue à développer en s'occupant de difficiles questions d'Analyse.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux; Andoyer, rapporteur.)

M. **PAUL CAUBET** est chef du bureau des Calculs à l'Observatoire de Toulouse : il est pour notre confrère, M. Cosserat, un précieux collaborateur dans ses beaux travaux sur les mouvements propres des étoiles déduits de la comparaison des clichés de la Carte du Ciel obtenus à diverses époques, et des observations méridiennes si estimées dues au regretté Saint-Blancat. Mais l'activité scientifique de M. Caubet ne s'est pas limitée aux travaux courants de l'Observatoire; sa thèse de doctorat est consacrée à l'étude des principales inégalités du mouvement de la Lune qui dépendent de l'inclinaison, étude qu'il a encore poursuivie dans différents articles du

Bulletin astronomique et des *Annales de la Faculté des sciences de Toulouse* : la parfaite correction de ses résultats a pu être constatée par votre rapporteur. M. Caubet s'est aussi attaché au calcul des perturbations de la planète (173) Ino, et il a discuté avec le plus grand soin les observations de cet astéroïde, surtout les observations photographiques dont il a pu mettre en évidence la grande supériorité. Ce genre de recherches mérite grandement d'être approuvé et récompensé : votre Commission propose d'attribuer à M. **Caubet** le prix G. de Pontécoulant destiné à *encourager les recherches de Mécanique céleste*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

GÉOGRAPHIE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Guignard, Lallemand, Fournier, Lecomte, Bourgeois, Ferrié, Fichot; Douvillé, rapporteur.)

La Commission propose d'accorder le prix à M. **Léon Lutaud**, chef de travaux à la Faculté des sciences, pour son beau Mémoire intitulé : *Étude tectonique et morphologique de la Provence cristalline*.

L'auteur a étudié successivement les diverses formations géologiques qui constituent la région et les mouvements tectoniques qui les ont affectés. Il examine ensuite l'évolution des surfaces qui ont donné au massif sa forme actuelle et créé son réseau hydrographique; il distingue les lignes directrices du relief actuel, Esterel, massifs du Tanneron et des Maures; il étudie ensuite la formation des lignes de rivage ainsi que les variations récentes des niveaux de base.

La Provence cristalline apparaît comme une partie d'un massif amygdaloïde de la chaîne pyrénéenne, correspondant à une surélévation axiale de cette zone de plissement. A une époque plus récente, à la fin du Tertiaire, la partie nord orientale se relevait, tandis que la partie sud occidentale

s'affaissait peu à peu et s'immergeait progressivement pendant le Quaternaire, faisant ainsi disparaître une extension continentale primitive. Mais malgré cela rien ne paraît appuyer une relation possible avec la Corse.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Guignard, Douvillé, Lallemand, Fournier, Lecomte, Bourgeois, Ferrié, Fichot; Gentil, rapporteur.)

M. **V. A. Obroutcheff**, ingénieur des mines, géographe et géologue, professeur à l'Académie des mines de Moscou, a consacré toute une vie de labeur à l'exploration et à l'étude physique de la Sibérie orientale et de la Chine septentrionale.

En Sibérie il a complété, parachevé l'œuvre de son devancier, le professeur P. Kropotkine; en Chine il nous a révélé la nature et la géographie physique de ce pays. On peut dire que ses travaux sont à la base de nos connaissances sur ces contrées asiatiques.

Ses premières publications portent sur l'Asie centrale où il a exploré les déserts transcaspiens, leur hydrographie ancienne et actuelle. Puis il a concentré ses efforts sur la Sibérie et la Chine et, pendant trente années d'un labeur soutenu, il a accompli une œuvre des plus fécondes.

Il partait d'abord d'Irkoutsk où il était installé comme ingénieur et géologue; puis de Tomsk où il professait à l'Institut polytechnique, pour accomplir des explorations qui lui prenaient des mois entiers.

Ce chercheur infatigable n'est pas parvenu à publier tous les résultats de ses observations parce que la révolution russe l'a surpris à Moscou. Il dut se résoudre à prendre ses fonctions professorales à l'Université de Simféropol, en Crimée, d'où il revenait à Moscou, en 1922, comme professeur à l'École des Mines. Il reprenait là son travail interrompu.

Parmi ses principales publications on peut citer : l'*Asie centrale,* le *Nord de la Chine et la Nan Chan*, 2 vol. (Saint-Pétersbourg, 1900-1907); *Aperçu géologique des régions aurifères de la Sibérie* (Saint-Pétersbourg, 1911-1916); la *Dzoungarie frontière*, 2 vol. (Institut polytechnique de Saint-Pétersbourg); *Esquisse orographique et géologique de la Transbaïcalie de l'Ouest*, 2 vol. (Saint-Pétersbourg, 1914); etc.

Ces travaux justifient amplement l'attribution du prix Tchihatchef proposé par la Commission en faveur de M. **Obroutcheff**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

NAVIGATION.

PRIX DE LA MARINE.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Sebert, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Rateau, Mesnager, Ferrié; Fichot, Laubeuf, rapporteurs.)

Un prix de 4000^{fr} est décerné à M. **Pierre Marti**, ingénieur hydrographe de la marine, pour ses travaux sur l'application des ondes sonores au sondage et au repérage.

Un prix de 2000^{fr} est décerné à MM. **André Nègre**, ingénieur principal du génie maritime, et **André Vinsot**, capitaine de frégate, pour leurs études sur la navigation des torpilles.

Rapport de M. Fichot *sur les travaux de* M. **Marti**.

Depuis l'année 1919, M. l'ingénieur hydrographe **Pierre Marti** n'a pas cessé de poursuivre une remarquable série de recherches expérimentales sur la mesure des distances et des profondeurs en mer au moyen des ondes sonores.

Après avoir soigneusement étudié les conditions de la production et de la propagation de ces ondes, il a réalisé un matériel complet d'émission et réception, permettant la détermination précise de la position d'un bâtiment procédant à des sondages hors de vue de la côte.

Selon que les profondeurs sont supérieures, ou inférieures à 200^{m}, M. Marti utilise pour le sondage, soit les ondes produites par la détonation de cartouches, soit les ondes ultra-sonores émises par l'appareil Chilowsky-Langevin.

Dans l'un comme dans l'autre cas, un dispositif extrêmement ingénieux permet l'inscription de chaque sondage sur la bande d'un enregistreur, qui conserve ainsi le profil du relief sous-marin.

Enfin M. Marti a apporté un perfectionnement très intéressant à la technique du sondage usuel par petites profondeurs, en remplaçant le plomb de sonde ordinaire par un plomb de forme particulière, dit *plomb poisson*, qui maintient constamment verticale la ligne entraînée par l'embarcation.

Toutes ces innovations ont amené une véritable révolution dans la pratique de l'Hydrographie. Votre Commission vous propose d'en reconnaître la haute valeur scientifique en attribuant à M. **Marti** un prix de la Marine de 4000^{fr}.

Rapport de M. Laubeuf *sur les travaux de MM.* **Nègre** *et* **Vinsot**.

MM. **André Vinsot**, capitaine de frégate, et **André Nègre**, ingénieur principal du génie maritime, attachés au Centre d'études de l'arsenal de Toulon, y ont entrepris une étude rationnelle des conditions de marche des torpilles automobiles. C'est ce travail qu'ils ont présenté à l'Académie des Sciences pour concourir pour le prix de 6000^{fr} du Ministère de la Marine. Cette étude fort longue, et appuyée par un nombre considérable d'expériences, les a conduits à diverses conclusions, dont certaines sont très différentes des idées admises jusqu'ici.

Leur travail, très développé, peut conduire à de très intéressants perfectionnements des éléments de la torpille automobile et de ses conditions de fonctionnement, en particulier sur les points essentiels suivants : stabilité de la trajectoire en plongée, plongée à de faibles immersions, augmentation de la charge explosive, etc.

L'importance de ces perfectionnements serait très grande.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Sebert, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Rateau, Mesnager, Laubeuf, Ferrié, Fichot.)

Le prix n'est pas décerné.

PHYSIQUE.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Villard, Branly, Berthelot, Paul Janet, Brillouin, Perrin ; A. Cotton, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Eugène Darmois**, professeur de physique à la Faculté des sciences de Nancy.

Les travaux les plus importants publiés par M. E. Darmois ont pour objet la polarisation rotatoire, naturelle et magnétique. Dans sa Thèse de Doctorat, publiée en 1910, il a étudié parallèlement, sur plusieurs corps actifs, et en étendant les mesures jusqu'à l'ultraviolet, les deux dispersions rotatoires naturelle et magnétique. Cette étude a montré, d'une façon tout à fait décisive, que la règle de proportionnalité entre ces deux dispersions, règle énoncée autrefois par Wiedemann, est tout à fait fausse. Dans le même travail, M. Darmois indiquait aussi comment on pouvait très simplement, en faisant systématiquement les mesures du pouvoir rotatoire naturel avec plusieurs radiations monochromatiques, déceler la présence dans un liquide de deux composants distincts agissant tous deux sur la lumière polarisée : la méthode graphique trouvée par M. Darmois permet de faire non seulement la discrimination, mais le dosage des deux corps actifs présents dans la liqueur. Cette méthode nouvelle a permis de débrouiller la constitution de liquides comme les essences de térébenthine, elle a fourni déjà des résultats importants au point de vue technique.

M. Darmois lui-même s'en sert encore avec succès dans l'ensemble des recherches qu'il a entreprises en 1920 et qu'il poursuit actuellement, sur un sujet qui avait pendant de longues années occupé Gernez, après Biot lui-même. Certains liquides actifs (par exemple les acides tartriques et maliques et leurs sels) ont des pouvoirs rotatoires qui subissent des variations, parfois considérables, lorsqu'on leur ajoute des substances inactives (acide molybdique, acide borique, etc.). Pour expliquer ces faits singuliers, Gernez admettait la formation, au sein de la solution, de composés complexes, mais personne n'avait préparé ces composés hypothétiques. M. Darmois a

réussi à les isoler, et il leur a trouvé des propriétés physico-chimiques fort intéressantes. Par exemple l'acide molybdique forme avec les malates deux séries de complexes, l'une est formée par des corps, des dimolybdomalates, à très grand pouvoir rotatoire. M. Darmois les a obtenus en beaux cristaux ; ces cristaux possèdent eux-mêmes un pouvoir rotatoire élevé, de l'ordre de ceux du quartz. L'acide malique racémique donne, à côté l'un de l'autre, les deux composés symétriques qui ont l'hémiédrie énantiomorphe; cela a permis de séparer cet acide en ses deux isomères optiques. Les complexes en question possèdent en solution une stabilité maximum pour une certaine valeur de pH; ils sont dès lors sensibles à la fois à l'action des acides et des bases; dès lors ils peuvent fournir des indications précieuses sur la force des acides, sur la neutralisation des bases, sur la composition de certains corps oxhydrylés, etc.

Depuis, M. Darmois a généralisé ces résultats en montrant qu'il se forme des composés analogues avec l'acide borique, avec l'oxyde de cuivre, et probablement avec tous les oxydes acides donnant des émétiques. Les anomalies singulières que présentent en solution beaucoup de corps actifs trouveront sans doute par là une explication que l'on cherche depuis si longtemps. Des élèves que M. **Darmois** a formés à Nancy se sont déjà engagés dans cette voie. Votre Commission a jugé qu'il était juste de récompenser par un prix celui qui l'avait ouverte.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GASTON PLANTÉ

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Villard, Branly, Paul Janet, Brillouin, Jean Perrin, Cotton; Daniel Berthelot, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Joseph Bethenod**, chargé de conférences à l'École supérieure d'électricité, pour la production et l'utilisation des courants alternatifs à fréquence élevée.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Villard, Branly, Berthelot, Brillouin, Perrin, Cotton; Paul Janet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Édouard Roth**, ingénieur en chef à la Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort, pour son ouvrage intitulé : *Alternateurs et moteurs synchrones*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Branly, Berthelot, Janet, Brillouin, Perrin; A. Cotton, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix à M. **Gustave Ribaud**, professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg.

Parmi les premiers travaux de M. Ribaud, qui se rapportaient à l'optique, il faut signaler tout particulièrement sa Thèse de Doctorat sur l'Absorption de la lumière par les gaz. Cette étude comportait une partie expérimentale fort difficile : M. Ribaud a été conduit en effet à mesurer l'absorption du brome, jusque dans le spectre ultraviolet, à des températures atteignant 700° et sous des pressions de 15 atmosphères. Il a été récompensé de ses efforts, car les résultats obtenus, contraires aux idées alors admises, sont importants. Tandis que les mesures de M. Ribaud sur les *raies fines* d'absorption vérifient complètement les conclusions de la théorie cinétique, celles qu'il a faites sur les *larges bandes* d'absorption montrent que ces bandes se comportent tout autrement et ne peuvent s'expliquer de la même manière. Leur largeur (définie à la façon habituelle à partir des mesures photométriques) ne varie pas, comme on le croyait, proportionnellement à la racine carrée de la température absolue, et elle est indépendante de la pression : ni l'effet Doppler-Fizeau, ni les chocs ne rendent compte des faits ainsi constatés. En cherchant à les expliquer, M. Ribaud a été conduit à cette autre constatation imprévue : Si l'on compare entre elles des bandes données par différents corps, leur largeur ne semble pas dépendre du corps absorbant, mais seulement de la place de la bande dans le spectre ; elle est proportionnelle à la longueur d'onde du maximum d'absorption.

Les travaux de M. Ribaud se rattachant à l'électricité comprennent principalement ses recherches sur les fours électriques à induction. M. Ribaud a le premier donné une théorie du fonctionnement des fours à haute fréquence (à étincelle) ; l'expression du rendement à laquelle il est arrivé s'est montrée en bon accord avec l'expérience. Il a fait une étude expérimentale méthodique des divers facteurs qui influent sur ce rendement : il a pu ainsi recueillir, sur bien des points de cette technique toute nouvelle en France, des données très précieuses dont l'industrie fera certainement son profit. M. **Ribaud** a pu lui-même réaliser à l'Institut de Physique de Strasbourg, avec l'appui de l'Office des Inventions, puis de la Fondation Rothschild, des fours qui ont permis d'obtenir, dans l'air ou dans le vide, des températures dépassant 3000°; fours qui ont servi à la préparation d'un grand nombre d'alliages magnétiques (destinés à M. Weiss et à ses élèves) et à une étude sur un point de transformation du diamant, faite en collaboration avec M. G. Friedel.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Villard, Branly, Berthelot, Janet, Brillouin, Cotton ; Jean Perrin, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Jean Cabannes**, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier, pour ses travaux sur la diffusion moléculaire de la lumière.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION CLÉMENT FELIX.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Branly, Berthelot, Janet, Brillouin, Perrin, Cotton ; Villard, rapporteur.)

Une subvention de 2500^{fr} est attribuée à M. **Georges Déjardin**, maître de conférences à la Faculté des sciences de Lyon, pour continuer ses recherches sur les potentiels d'excitation des spectres des gaz.

CHIMIE

PRIX MONTYON DES ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Schlœsing, Le Chatelier, Moureu, Lindet, Béhal, Urbain, Desgrez; G. Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Maurice Javillier**, maître de conférences à la Sorbonne, pour ses travaux de chimie biologique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Schlœsing, Le Chatelier, Lindet, Béhal, Urbain, G. Bertrand; Moureu, Desgrez, rapporteurs.)

La Commission propose de partager le prix, par parties égales, entre MM. **René Locquin**, professeur à la Faculté des sciences de Lyon, et **Charles Dufraisse**, sous-directeur du Laboratoire de chimie organique au Collège de France.

Rapport de M. Moureu *sur les travaux de* M. **René Locquin**.

Les premières recherches de M. **René Locquin** remontent à plus de vingt-cinq ans, et jusqu'en 1910 elles furent effectuées sous la direction de son maître, Louis Bouveault.

Il publia ainsi, en collaboration avec Bouveault, toute une série de travaux qu'il serait trop long de relater ici, mais dont on trouvera l'analyse dans la *Notice* que Bouveault fit lui-même paraître peu de temps avant sa mort sur les travaux qu'il avait personnellement effectués ou dirigés.

Après un séjour d'une année à Munich, dans le laboratoire du professeur von Baeyer, où il découvrit, dans les produits de l'oxydation du

camphre par le réactif de Caro, une nouvelle cétone, qu'il appela l'*α-méthyl-laurénone*, M. Locquin vint à Lyon comme maître de conférences et collabora bientôt avec le professeur Ph. Barbier à diverses recherches, dont les principaux résultats furent : une nouvelle méthode de synthèse des méthylcétones à partir des composés organomagnésiens ; la déshydratation méthodique des acides ou des cétones par voie d'oxydation ; la transposition des composés citronelliques en composés rhodiniques, et enfin la constitution du linalol.

A la mobilisation d'août 1914, M. Locquin, parti comme combattant avec le grade de sergent d'infanterie, était, quelques mois plus tard, fait prisonnier près d'Ypres, lors de la première bataille de l'Yser. Emmené en captivité en Allemagne, il y resta cinquante mois, faisant fonction de pharmacien du camp de Gardelegen, où il était interné.

Dès son retour en France, après l'armistice, reprenant sa vie de laboratoire, il put agrandir son champ d'action. Ayant trouvé en la personne d'élèves comme MM. Sung, Leers et Heilmann, l'aide qui jusqu'alors lui avait fait défaut, il entreprit le travail d'ensemble qui a déjà conduit au doctorat deux d'entre eux et qui a pour point de départ les *dialcoyléthinylcarbinols* $RR'C(OH)-C\equiv CH$.

Par hydrogénation partielle, ces alcools acétyléniques fournissent les *alcools tertiaires non saturés* du type $RR'C(OH)-CH=CH^2$, lesquels, de même que le linalol, possèdent la remarquable propriété de donner les *aldéhydes non saturés* $RR'C=CH-CHO$ sous l'action du mélange chromique et d'être isomérisés en *alcools primaires* $RR'C=CH-CH^2OH$ par l'action de divers agents acides.

Dans un autre ordre d'idées, par fixation d'une molécule d'eau sur les dialcoyléthinylcarbinols, M. Locquin obtint quantitativement les *méthylcétones α-hydroxylées* $RR'C(OH)-CO-CH^3$, corps nouveaux qui offrirent à leur tour un vaste champ d'expérimentation pour lui et ses élèves.

C'est ainsi que, par action des composés organomagnésiens $R''MgX$, on obtint des *pinacones* $RR'C(OH)-C(OH)(CH^3)R''$, lesquelles, par déshydratation, donnèrent uniquement les *pinacolines* du type

$$R.R'.R''C-CO-CH^3,$$

parmi lesquelles la *pennone*, de formule très ramifiée, jouit de propriétes singulières.

Comme autres transformations qui furent réalisées à partir des cétones

α-hydroxylées, mentionnons l'obtention intégrale des *acides α-hydroxylées* RR'C(OH) — COOH au moyen des hypochlorites alcalins, puis l'obtention de composés cétoniques non saturés sous l'action de certains déshydratants, par exemple de l'acide sulfurique réel à la température de 0°.

Cette dernière étude n'est pas encore achevée, mais elle a déjà conduit M. Locquin à porter son attention sur les *pyrazolines*, l'amenant ainsi à déterminer quelques-uns des produits de l'oxydation spontanée de ces derniers corps et à découvrir en leurs *urées* une nouvelle série de bases triazotées isomères des semicarbazones de même condensation en carbone et hydrogène.

L'ensemble des recherches effectuées par M. Locquin, seul ou en collaboration, fait l'objet de plus de quatre-vingts Notes ou Mémoires.

Parmi nos jeunes maîtres, M. **Locquin** est sans contredit l'un des plus actifs, des plus originaux et des plus féconds. Désireux de reconnaître l'importance de ses travaux, nous vous proposons de lui attribuer la moitié du prix Jecker.

Rapport de M. Desgrez *sur les travaux de M.* **Charles Dufraisse.**

Les travaux de M. **Dufraisse** ont fait l'objet de plus de 40 Notes ou Mémoires. Exécutés soit sous la direction de M. Ch. Moureu, soit par l'auteur, seul ou avec l'aide de collaborateurs formés par lui, ils se groupent autour des rubriques suivantes : chimie organique générale, stéréochimie, autoxydation, physico-chimie appliquée à la chimie organique.

Les recherches de *chimie organique générale* ont abouti à des synthèses de catégories nouvelles de corps : 1° dans la série de la benzalacétophénone, de la benzylacétophénone, du dibenzoylméthane; 2° dans la série du diphénylphényléthinylcarbinol.

Au cours de ces travaux, des réactions nouvelles ont été trouvées : il convient de signaler la série de celles qui permettent d'obtenir, à volonté, soit une dicétone α, soit une dicétone β, à partir d'un seul composé, la bromobenzalacétophénone (en collaboration avec P. Gérald et H. Moureu).

Dans un autre ordre d'idées, une étude de l'acroléine (sous la direction de M. Ch. Moureu) a conduit à des résultats importants : 1° procédé pratique de stabilisation de l'acroléine, qui a permis à l'industrie de mettre à la disposition des chimistes un réactif intéressant : l'acroléine stable et pure (ne contenant que $\frac{1}{1000}$ de stabilisateur; 2° découverte des propriétés

antioxygènes des phénols, vis-à-vis de l'acroléine, qui amorça l'étude générale des antioxygènes; 3° détermination des conditions de condensation de l'acroléine sur elle-même, ce qui a conduit à l'obtention de diverses résines douées de propriétés curieuses, en particulier d'une haute résistivité.

En *stéréochimie*, l'auteur s'est attaché à la recherche des raisons pour lesquelles, suivant les composés ou les circonstances, les réactions de synthèse donnent naissance aux deux isomères éthyléniques prévus par la théorie ou seulement à l'un deux. A cette occasion, de nouveaux cas d'isomérie éthyléniques ont été décrits. De plus, la stéréochimie éthylénique a été appliquée à la solution de problèmes de constitution chimique, ce qui a permis, par exemple, de fixer définitivement la constitution controversée de l'α-bromobenzalacétophénone.

L'*autoxydation* a fait l'objet de deux sortes d'études : 1° étude des conditions et des produits de l'autoxydation des composés éthyléniques (description d'un cas nouveau de migration d'halogène par autoxydation); 2° action catalytique de traces de matières étrangères sur la vitesse de fixation de l'oxygène par les substances autoxydables. MM. Ch. Moureu et Ch. Dufraisse ont établi que les corps les plus variés étaient susceptibles d'exercer une action catalytique, soit négative (antioxygène), soit positive (prooxygène), sur l'autoxydation des corps les plus divers. Ils ont donné, de ces phénomènes, une théorie qu'ils se sont attachés à établir sur une base expérimentale solide : ils ont réussi à mettre en relief une réaction de cause à effet entre la propriété catalytique d'un corps et son oxydabilité, cette relation constituant le fondement même de la théorie émise.

A propos de ces travaux, M. Dufraisse n'a pas manqué d'utiliser, en toute occasion, l'aide de la *Physico-chimie*. On doit mentionner, à ce point de vue, ses études sur la formation du dysacryle et les formes chimiques actives de l'acroléine.

Les travaux de M. **Dufraisse** témoignent, comme on le voit, de son activité, de son originalité et de sa maîtrise dans la direction des élèves qui lui sont confiés. Aussi votre Commission a-t-elle été unanime à le proposer pour la moitié du prix Jecker.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

FONDATION CAHOURS.

(Commissaires : MM. Schlœsing, Le Chatelier, Lindet, Béhal, Urbain, G. Bertrand, Desgrez; Moureu, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le montant de la fondation à M. **Léonce Bert**, professeur agrégé au Lycée Blaise Pascal, à Clermont-Ferrand, pour ses travaux de Chimie organique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BERTHELOT.

Commissaires : MM. Schlœsing, Le Chatelier, Moureu, Béhal, Urbain, Bertrand, Desgrez; Lindet, rapporteur.

M. **Émile André**, pharmacien en chef de l'Hospice de la Salpêtrière, après avoir, sous la direction de notre confrère M. Moureu, publié des recherches relatives à des synthèses et à des mesures de thermochimie dans la série acétylénique, a entrepris l'étude des corps gras où il s'est créé une véritable réputation à la suite de publications qu'il a su exposer et même vulgariser dans une série de conférences. Il a, à propos des huiles de pépins de raisins, introduit dans la Science une nouvelle constante qui ajoute un précieux renseignement dans l'analyse des corps gras; c'est l'*indice d'acétyl*, qui mesure la quantité d'acides-alcool que la matière grasse renferme, et qui a d'autant plus d'intérêt que vraisemblablement l'acide-alcool est intermédiaire dans la formation des graisses aux dépens des sucres. D'autre part, il a recherché dans les huiles, de poissons spécialement, le *squalène*, substance insaponifiable, dont la composition se rapproche des huiles de pétrole, qui semblent avoir été formées par la transformation des huiles de poisson. Il a montré que l'acide phocénique (de l'huile de dauphin et de marsouin) est identique avec l'acide valérianique.

La Commission a été unanime à décerner le prix Berthelot à M. **Émile André**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HOUZEAU.

Commissaires : MM. Schlœsing, Le Chatelier, Moureu, Lindet, Béhal, Bertrand, Desgrez; G. Urbain, rapporteur.

M. F. **François Bourion**, professeur de chimie physique à la Faculté des sciences de l'Université de Nancy a fait, durant une carrière scientifique déjà longue, des recherches variées de chimie pure et de chimie physique.

Ses travaux de chimie pure ont porté principalement sur les chlorures anhydres, dont il a donné un mode général de préparation, en employant le chlorure de soufre comme agent de chloruration. Il a préparé, entre autres, les chlorures encore inconnus de la série yttrique dont il a fait une étude d'ensemble très approfondie.

Appliquant à l'analyse chimique son procédé de chloruration, il a réalisé plusieurs méthodes de séparations basées sur les différences de volatilité des chlorures anhydres. Ce moyen lui a permis de séparer, d'une manière à la fois élégante et pratique, le cérium, le thorium et le glucinium qui entrent dans la composition des manchons à incandescence par le gaz. Il a pu de même séparer la silice de l'acide tungstique, ce qui est, d'après une remarque ancienne de Marignac, l'un des plus difficiles problèmes de l'analyse chimique. A signaler également sa séparation du fer d'avec le titane.

M. Bourion (en commun avec G. Urbain) a découvert à côté du chlorure europique un chlorure europeux, et il a donné un moyen d'extraire le scandium de son mélange avec les terres ytterbiques.

En collaboration avec Sénéchal, M. Bourion a montré que les solutions de chromite de sodium évoluent avec le temps. Le paramagnétisme des solutions diminue, ainsi que leur action réductrice, vis-à-vis de l'eau oxygénée. L'étude cinétique de la réaction accuse une transformation tétramoléculaire.

Durant la guerre, M. Bourion fut chargé d'une étude du chlorobenzène industriel. Il a donné de ce corps une méthode d'analyse physico-chimique rapide. Il a su rattacher le rendement des préparations de chlorobenzène aux lois générales de la cinétique chimique.

A la même époque, il a étudié l'appareil de Schilling pour le contrôle de l'hydrogène industriel, et dressé à ce sujet une table à double entrée qui est actuellement encore utilisée par l'aéronautique.

Étudiant la préparation électrolytique du chlore, il a montré que l'attaque

des électrodes de charbon était due à la formation de chlorure de Julin. Avec l'aide de son élève M. Royer, M. Bourion a abordé l'étude de la formation des sels doubles et des sels complexes, en suivant les caractères ébullioscopiques des mélanges des solutions salines. Il a pu de la sorte interpréter certaines anomalies d'ordre cinétique. Ces diverses recherches, très succinctement résumées dans ce rapport, ont fait l'objet de nombreux mémoires parus dans les *Comptes rendus* de l'Académie.

Enfin M. Bourion a publié récemment un traité de thermochimie, le seul qui ait paru depuis les traités de Marcellin Berthelot, comblant ainsi une importante lacune de notre littérature scientifique.

La Commission de chimie a jugé que cet ensemble de travaux justifiait l'attribution du Prix Houzeau à M. **F. Bourion**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, de Launay, Depéret, Haug, Kilian; Pierre Termier, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Cuvier à M. **Léopold Kober**, professeur extraordinaire de Géologie à l'Université de Vienne (Autriche), pour son Ouvrage *Bau und Entstehung der Alpen* et pour l'ensemble de ses travaux de stratigraphie et de tectonique sur les Alpes orientales. M. Kober est, à Vienne, le défenseur le plus autorisé et le plus ardent des idées géologiques françaises, et son Ouvrage est l'un de ceux qui ont le plus efficacement contribué à l'achèvement de la synthèse des Alpes.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Termier, de Launay, Depéret, Haug, Kilian; Wallerant, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **François Grandjean**, professeur à l'École nationale supérieure des mines, pour ses recherches sur les liquides anisotropes et sur la géologie de la Corse.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX RAULIN.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, de Launay, Haug, Kilian; Depéret, rapporteur.)

M. **Georges Dubois**, préparateur à la Faculté des sciences de Lille, a commencé dès 1911 des recherches sur le Quaternaire du nord de la France. Interrompues par la guerre, ces études ont été reprises avec continuité à partir de 1918 sous forme d'une série de plus de 50 Notes ou Mémoires consacrés au Quaternaire marin, et au Quaternaire continental de ces mêmes régions. Ces travaux de détail ont abouti à une Thèse de doctorat (Lille, 1924) qui constitue une remarquable synthèse de l'histoire quaternaire de tout le pourtour de la mer du Nord, depuis la Manche jusqu'au Danemark et à la Scandinavie. L'auteur démontre que, dans toute cette vaste région, les oscillations positives et négatives des quatre principales lignes de rivage quaternaires concordent entièrement avec les anciennes lignes de rivage reconnues sur les côtes méditerranéennes et atlantiques (rivages *siciliens*, *milazziens*, *tyrrhéniens* et *monastiriens*).

Il a ajouté à ces quatre lignes de rivage quaternaires une dernière oscillation négative abaissant la surface marine jusqu'à -30^{m} et il a pu en donner des preuves par une nombreuse série de sondages exécutés par lui sur les côtes du nord de la France. Cette régression très générale a été suivie d'une large transgression positive (transgression *flandrienne*) s'étendant à l'intérieur de toutes les vallées fluviales depuis la Manche jusqu'au Poitou.

Étendant ses comparaisons jusqu'au Danemark et à la Sandinavie, M. Dubois a montré par de nombreux faits d'observation que les périodes

de régression marine répondent aux phases d'avancée glaciaire, tandis que les transgressions marines coïncident avec les phases de recul glaciaire : loi importante qui confirme mes propres observations dans les vallées glaciaires des régions méditerranéennes et atlantiques.

Au point de vue paléontologique, M. Dubois a publié quelques Notes préliminaires fort intéressantes sur les faunes micromammalogiques (Arvicolidés, Léporidés, Mustelidés) du Quaternaire du Nord en attendant la publication prochaine d'un travail d'ensemble sur ce sujet difficile.

Je signalerai aussi quelques Notes paléobotaniques sur la flore des tourbes du Nord par la méthode des études polliniques tracée par les services géologiques de Scandinavie.

Enfin M. Dubois s'est également occupé avec succès de la stratigraphie et de la paléontologie des terrains primaires du Pas-de-Calais et en particulier de la faune des couches de passage du Silurien au Dévonien.

L'ensemble de ces travaux a retenu l'attention de la Commission qui a jugé M. **Dubois** tout à fait digne de devenir lauréat du prix Raulin.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JOSEPH LABBÉ.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, de Launay, Depéret, Haug, Kilian; Pierre Termier, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Marcel Solignac**, géologue du Service des mines de la régence de Tunis, pour ses travaux de géologie tunisienne et particulièrement pour ceux qui ont abouti à la publication des premières feuilles de la Carte géologique de la Tunisie. Les travaux de M. Solignac ont une grande importance scientifique; ils servent également aux nombreux industriels et chercheurs de mines qui exploitent ou explorent le sous-sol tunisien.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Henneguy, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Molliard.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Henneguy, Costantin, Lecomte, Molliard; Mangin, Dangeard, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 1000^{fr} à M. **André de Puymaly**, préparateur à la Faculté des sciences de Bordeaux, pour ses recherches sur les algues vertes aériennes.

Un prix de 500^{fr} à M. **Auguste Loubière**, préparateur au Muséum national d'histoire naturelle, pour son travail intitulé : *Recherches sur quelques Mucédinées caséicoles*.

Rapport de M. Dangeard *sur le Mémoire de* M. **A. de Puymaly**.

Ce Mémoire renferme un grand nombre d'observations du plus haut intérêt, touchant le mode de distribution de ces algues dans la nature et les conditions de leur adaptation eu milieu aérien.

L'auteur considère d'abord l'influence du substratum, ce qui le conduit à diviser les algues aériennes en espèces terricoles, saxicoles, ligni-fongicoles, corticoles, muscicoles, épiphylles; il examine ensuite l'action des facteurs climatiques, comme la chaleur, l'humidité, etc.; les conditions si particulières dans lesquels vivent ces algues réagissent sur la forme et les dimensions des allules qui sont en général beaucoup plus petites que dans les espèces aquatiques.

La partie spéciale du Mémoire est consacrée à l'étude du développement et de la structure de ces algues : elle sera souvent consultée par les spécialistes.

Rapport de M. MANGIN *sur le travail de* M. **LOUBIÈRE**.

Parmi les travaux soumis à son suffrage, votre Commission a retenu le travail de M. **AUGUSTE LOUBIÈRE**, préparateur au Muséum national d'histoire naturelle, intitulé : *Recherches sur quelques Mucédinées caséicoles*. Dans ce Mémoire, l'auteur a procédé à l'inventaire des divers Champignons qui apparaissent successivement sur le caillé et qui constituent soit des espèces utiles concourant, avec les bactéries, à l'affinage du fromage, soit des espèces indifférentes, soit enfin des espèces nuisibles capables de provoquer des altérations plus ou moins graves.

La partie morphologique très poussée a permis à l'auteur de découvrir et de préciser la vie de deux nouvelles espèces, et la partie physiologique, en démontrant le rôle important de certaines espèces dans l'affinage, a été complétée par des ensemencements dans les caves d'affinage qui ont confirmé les idées de l'auteur.

Votre Commission est unanime à vous proposer d'attribuer le deuxième prix Montagne à M. **LOUBIÈRE**, préparateur au Muséum.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX JEAN THORE.

(Commissaires : MM. Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Henneguy, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard; M. Molliard, rapporteur.)

Le travail récent de M. **MARCEL DENIS**, assistant à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand, portant sur la végétation des mares de la forêt de Fontainebleau, est le fruit de longues années de travail; l'auteur ne s'est pas contenté, comme on l'a fait trop souvent, d'établir un catalogue aussi complet que possible d'une flore locale, mais il a envisagé la question au point de vue biologique. La première partie se rapporte aux plantes supérieures dont il analyse avec beaucoup de soin les diverses associations; mais ce sont surtout les Algues qui ont fourni à l'auteur l'occasion d'écrire un très intéressant chapitre de géographie botanique; après avoir étudié les associations présentées par ces végétaux, il a montré combien leur distribution varie avec les saisons et a mis en évidence à cet égard une périodicité très remarquable des divers groupes d'Algues.

M. Denis a contribué à prouver par son travail comment l'étude de la distribution des végétaux peut se renouveler en se plaçant à un point de vue qui a donné déjà des résultats si importants; votre Commission a été unanime pour récompenser M. **Denis** en lui attribuant le prix Jean Thore.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Henneguy, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Molliard.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Henneguy, Mangin, Costantin, Dangeard, Molliard; Lecomte, rapporteur.)

M. **Henri Chermezon**, docteur ès sciences, chef des travaux pratiques de botanique à la Faculté des sciences de Strasbourg, s'est spécialisé depuis une dizaine d'années dans l'étude délicate des Cypéracées et il a publié, sur les plantes de cette famille récoltées à la Guyane et surtout à Madagascar, un certain nombre de Notes et Mémoires insérés dans les Bulletins de la *Société linnéenne de Normandie* et de la *Société botanique de France*.

M. **Chermezon** ne se contente pas de décrire les nombreuses espèces nouvelles qu'il a dû créer; mais ses divers Mémoires renferment encore, sur la distribution géographique des Cypéracées dans le monde entier, des considérations intéressantes. Par un travail sagace et persévérant, il est devenu un spécialiste autorisé en matière de Cypéracées, et la Commission propose de lui décerner le prix de Coincy pour 1925.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX RUFZ DE LAVISON.

(Commissaires : MM. Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Henneguy, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Molliard.)

Le prix n'est pas décerné.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Henneguy, Marchal, Joubin, Gravier; F. Mesnil, rapporteur.)

L'œuvre zoologique de M. **Louis Mercier**, professeur à la Faculté des sciences de Caen, est le fruit d'une vingtaine d'années de recherches ininterrompues, recherches très variées tant au point de vue des groupes zoologiques étudiés qu'à celui des diverses disciplines de la Biologie moderne.

Dans sa thèse de doctorat ès sciences et dans d'autres travaux, M. Mercier a apporté d'intéressantes données histologiques et histophysiologiques au problème des métamorphoses (Batraciens anoures et Insectes), à la question des néphrophagocytes des Mammifères.

En Protistologie, on lui doit plus particulièrement la connaissance du cycle évolutif de l'amibe de la blatte, d'intéressantes Notes sur les amibes parasites de l'homme, l'étude de diverses Myxosporidies et Microsporidies, de bactéries symbiotes d'Invertébrés divers, toute une série de travaux d'intérêt pratique sur les maladies des poissons d'eau douce.

Il a abordé les problèmes de variation et d'hérédité en s'adressant aussi bien à des bactéries qu'à des Insectes ou des Vertébrés : pouvoir chromogène variable d'une bactérie, variations des panarpes (dont il a découvert le dimorphisme sexuel), hérédité de la sensibilité à la greffe cancéreuse chez les souris, etc.

On lui doit toute une série d'études très pénétrantes sur le déterminisme de la perte de la faculté du vol chez les Insectes (en particulier chez les Diptères).

Soit à Nancy, où il s'est développé sous l'égide de M. Cuénot, correspondant de l'Académie, soit à Caen où il est titulaire de la chaire de Zoologie, M. Mercier a toujours su prendre ses matériaux d'étude dans la région environnante; de la faune terrestre ou des eaux douces, il a su passer à la faune littorale. Il a ainsi, chemin faisant, recueilli de nombreux documents faunistiques, qui ne sont pas la partie la moins importante de son œuvre.

Votre Commission, en vous proposant de lui accorder le prix Cuvier, auquel elle attache une haute signification, désire apporter une consécration académique à cette œuvre déjà si importante, et exprime le souhait que M. **Mercier** puisse la développer encore pendant de longues années.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, A. Lacroix, Douvillé, Henneguy, Marchal, Joubin, Mesnil, Gravier; Bouvier, rapporteur.)

A l'unanimité, votre Commission du Prix Savigny vous propose d'attribuer cette récompense à M. **Eugène Séguy**, pour le volume que ce distingué diptérologue vient de consacrer aux *Moustiques de l'Afrique mineure de l'Égypte et de la Syrie*. Comme je le disais dans la préface que j'ai écrite pour cet ouvrage, M. Séguy a mis à contribution ses longues recherches sur les Moustiques pour donner à son travail une allure tout à fait moderne, poussant à fond l'étude des soies thoraciques, des pièces génitales, et celle des larves dont il était fort peu tenu compte dans les anciens et célèbres ouvrages de Théobald. Ce qui donne en outre un caractère spécial à l'ouvrage, c'est l'abondance et la perfection des figures qu'on y trouve intercalées, figures qui sont toutes originales et l'œuvre même du dessinateur habile qu'est M. Séguy. Il convient de signaler aussi l'abondance et la précision des renseignements relatifs à la ponte et aux larves des diverses espèces; ce sont là des connaissances essentielles pour se garder contre les Moustiques ou engager la lutte avec ces insectes; car il est infiniment plus facile de rencontrer les larves que les adultes, plus facile surtout de les capturer. Avec les tableaux de M. Séguy, la détermination des larves ne présente pas plus de difficultés que celle des adultes.

Votre Commission a rarement l'avantage de se trouver en présence d'un volume qui réponde aussi bien aux vues exprimées par l'illustre fondateur du prix Savigny; aussi est-elle heureuse de vous proposer pour ce prix l'auteur du travail dont je viens de donner une succincte analyse.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guignard, Branly, Bazy, Vincent; rapporteurs : MM. Roux, Henneguy, Charles Richet, Quénu, Widal, Mesnil, Desgrez.)

L'Académie propose de décerner :

Un prix de 2500fr à MM. **Edmond Sergent**, **André Donatien**, **Louis Parrot**, **Félix Lestoquard**, **Edmond Plantureux**, Mlle **Henriette Rougebief**, de l'Institut Pasteur d'Algérie, pour leur ouvrage intitulé : *Les piroplasmoses bovines d'Algérie*.

Un prix de 2500fr à M. **Eugène Wollman**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, pour ses mémoires sur la *protéolyse* et les *ferments de défense d'Abderhalden*.

Un prix de 2500fr à MM. **Léon Bérard**, professeur à la Faculté de médecine de Lyon, et **Charles Dunet**, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, pour leur ouvrage intitulé : *Cancer thyroïdien*.

Une mention honorable de 1500fr à M. **Émile Kohn-Abrest**, directeur du laboratoire de toxicologie de la préfecture de police, pour son ouvrage intitulé : *Chimie toxicologique*.

Une mention honorable de 1500fr à M. **Georges Rosenthal**, ex-chef de clinique à la Faculté, pour ses recherches sur la transfusion sanguine.

Une mention honorable de 1500fr à MM. **Camille Lian**, médecin des hôpitaux de Paris, et **André Finot**, médecin inspecteur des écoles, pour leur ouvrage intitulé : *L'hypertension artérielle*.

Une citation à M. **Henri Colombiès**, chef de clinique médicale à la Faculté de médecine de Toulouse, pour ses recherches expérimentales et cliniques sur la cholestérine et son métabolisme.

Une citation à M. **Charles Dejean**, aide de clinique ophtalmologique à

la Faculté de médecine de Montpellier, pour son mémoire intitulé : *Le canal de Cloquet, ou canal central du corps vitré.*

Une citation à M. **Edmond Libert**, ancien chef de laboratoire à la Faculté de médecine, pour son *Précis de pathologie générale.*

Une citation à M. **Philippe Bellocq**, chargé de cours à la Faculté de médecine de Strasbourg, pour son ouvrage intitulé : *L'os temporal chez l'homme adulte. Iconographie et description de l'os et de ses cavités.*

Rapport de M. Mesnil *sur l'ouvrage de MM.* **Sergent**, **Donatien**, **Parrot**, **Lestoquard**, **Plantureux** *et* Mlle **Rougebief**, *intitulé :* Les Piroplasmoses bovines d'Algérie.

La question des piroplasmoses bovines, capitale pour l'élevage algérien, avait déjà donné lieu à diverses publications, mais on ne possédait encore aucun travail d'ensemble. Il faut savoir gré aux auteurs de l'apporter, et leur être en plus reconnaissant de la clarté qu'ils projettent sur cette question fort embrouillée. Il n'y aurait pas moins, en effet, de cinq piroplasmes bovins : *Piroplasma biguminum* (ou espèce voisine); *Babesiella berbera* n. sp., *Gonderia mutans*, *Theileria dispar* n. sp., et *Anaplasma marginale.*

Un bovidé n'est presque jamais atteint d'une seule piroplasmose. Il a donc fallu « purifier » les virus en utilisant habilement les différences de durée d'incubation. La maladie produite par chaque virus ainsi « isolé » a pu être étudiée avec soin tant au point de vue clinique qu'anatomo-pathologique; son individualité établie par la méthode de réinoculations croisées.

L'ouvrage contient encore des données susceptibles d'applications prophylactiques, que les auteurs poursuivent sans trève depuis plus d'une année et qui permettent de sérieux espoirs.

Votre Commission estime que cet effort coordonné et considérable mérite d'être couronné par l'Académie.

Rapport de M. Roux *sur les travaux de M.* **Eugène Wollman.**

M. le Dr **Eugène Wollman** présente au concours du prix Montyon une série de mémoires sur la protéolyse et les ferments de défense d'Abderhalden.

Lorsqu'une albumine étrangère est introduite dans l'organisme, celui-ci,

d'après Abderhalden, réagit par la production d'un ferment qui transforme l'albumine étrangère en peptone et même en acides aminés. Ce ferment de défense est spécifique et la constatation de sa présence dans le sang permettrait le diagnostic précoce de la grossesse, des tumeurs et même de la tuberculose. Dans le cas de la grossesse, les albumines issues du placenta, passant dans l'organisme de la mère, déterminent la formation d'un ferment spécial capable de les peptoniser; de sorte que si l'on met dans un dialyseur un fragment de placenta, débarrassé par lavage du sang et des substances solubles, en présence du sérum d'une femme gravide, le ferment spécifique, peptonisant les albumines placentaires, on trouvera dans le liquide extérieur de la peptone que l'on met en évidence par la réaction de la ninhydrine. Lorsque la réaction est positive, la grossesse serait certaine. La méthode s'applique aussi aux diagnostics des tumeurs. L'intérêt de cet original procédé de diagnostic a suscité quantité de travaux, les uns favorables à la théorie d'Abderhalden, les autres opposés. M. Wollman en fait rapidement la revue; il étudie les causes d'erreur provenant soit de la membrane dialysante, soit du réactif employé, et propose, pour mettre en évidence les polypeptides résultant de l'action du ferment sur l'albumine, un procédé plus simple et plus sensible que celui d'Abderhalden. Il a recours à la propriété que possède le *Bacterium coli* de donner de l'indol avec toute peptone contenant le groupement tryptophane. L'indol est décelé au moyen de la *p*-diméthylamidobenzaldéhyde. Il suffit, après avoir laissé agir le plasma sanguin sur le fragment de placenta ou de tumeur pendant quelques heures à l'étuve, d'ensemencer avec du *B. coli* qui est incapable de transformer l'albumine en peptone, mais qui formera de l'indol s'il existe la plus petite quantité de peptone dans le milieu. Cet élégant procédé a permis à M. Wollman de faire un grand nombre d'expériences qui l'ont convaincu que la production des ferments de défense d'Abderhalden n'est pas certaine et que l'on ne peut fonder sur elle une méthode précise de diagnostic. M. Wollman, en se servant du *B. coli*, a démontré que, dans l'hémolyse par la sensibilisatrice et l'alexine, il ne se produit pas de peptone, et il a résolu ainsi une question très controversée. Par le même artifice il reconnaît facilement les bactéries protéolytiques.

Dans ce travail, M. Wollman a fait preuve d'ingéniosité, d'habileté expérimentale et d'un excellent esprit critique. La Commission propose d'attribuer à M. **Wollman** un des prix Montyon.

Rapport de M. Quénu *sur l'ouvrage de MM.* **Léon Bérard** *et* **Charles Dunet** *intitulé* : Cancer thyroïdien.

Les auteurs ont résumé toute l'histoire de cette localisation du cancer, montré sa rareté relative, insisté sur le rôle prédisposant du goître. Leur description anatomo-pathologique est complète, ainsi que l'étude clinique. Le traitement curatif consiste jusqu'ici dans l'extirpation précoce et radicale, mais il faut avouer que le résultat est rarement atteint : d'abord la mortalité opératoire est très élevée (30 à 40 pour 100); les survies de plus de deux ans sont exceptionnelles. MM. **Bérard** et **Dunet** ont ajouté de nombreuses observations personnelles aux faits existants. Leur travail mérite une récompense et la Commission propose pour eux un prix Montyon.

Rapport de M. Desgrez *sur l'ouvrage de* M. **Émile Kohn-Abrest** *intitulé* : Chimie toxicologique.

M. **Emile Kohn-Abrest**, chef du Laboratoire de Toxicologie à la Préfecture de Police de Paris, a présenté un ouvrage en deux volumes, intitulé : *Chimie toxicologique*. C'est la deuxième édition du Traité publié par Ogier en 1899. Depuis lors, les travaux de cette spécialité ont débordé de plus en plus le vieux domaine médico-légal pour entrer dans les voies de l'hygiène, surtout de l'hygiène professionnelle. Aux mérites du premier ouvrage, l'édition actuelle ajoute celui d'expliquer, par le laboratoire, non seulement la cause de certains accidents ou de morts suspectes, mais encore, ce qui est essentiel, d'essayer de les prévenir. Ayant suivi, au cours de ses fonctions, les progrès incessants de la Toxicologie, l'auteur a soumis les méthodes nouvelles au contrôle de l'expérimentation. Il en rapporte les résultats avec un esprit critique averti, bien souvent même avec certaines modifications des procédés qui confèrent à quelques chapitres un véritable caractère d'originalité.

L'Académie a décidé, sur la proposition de la Commission, d'accorder à M. **Émile Kohn-Abrest** une mention honorable de 1500fr.

Rapport de M. Charles Richet *sur les travaux de M.* **Georges Rosenthal.**

M. **Georges Rosenthal** a présenté un appareil tout à fait nouveau, dans la technique duquel nous ne pouvons entrer, pour un nouveau procédé de transfusion du sang.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Branly, Charles Richet, Quénu, Bazy, Mesnil, Vincent; Widal, Joubin, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 1000^{fr} à Mlle **Fernande Coupin**, préparateur au Muséum national d'histoire naturelle, pour ses travaux sur le système nerveux des Vertébrés.

Un prix de 1000^{fr} à M. **Raymond Weissenbach**, médecin des hôpitaux de Paris, pour son ouvrage intitulé : *Les syndromes anémiques*.

Rapport de M. Joubin *sur les travaux de* Mlle **Fernande Coupin**.

Mlle **Fernande Coupin** présente pour le prix Lallemand l'ensemble des travaux qu'elle poursuit depuis 1919 sur le système nerveux des Vertébrés. Ces travaux peuvent être groupés sous deux chefs principaux :

1° *Travaux sur les toiles et plexus choroïdes.* — Sept publications, dont six notes préliminaires et un volumineux mémoire de 156 pages et 102 figures publié dans les *Archives de morphologie expérimentale* en 1924. De cet ensemble il résulte que les toiles choroïdes ne présentent jamais les perforations qu'on avait cru y voir et que, par suite, il n'existe pas de communication entre la cavité épendymaire et les cavités méningées. Les formations choroïdiennes, très différentes de forme, ont, dans tous les groupes d'animaux, une structure invariable, caractérisée par la présence d'une bordure en brosse et de nombreux cils mobiles. D'après l'auteur ces formations choroïdiennes ne peuvent contribuer à produire le liquide céphalo-rachidien, mais produisent le mouvement du liquide épendymaire qui est peut-être un mode spécial de la conduction nerveuse. Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, elle ouvre un champ nouveau de recherches physiologiques.

2° *Travaux sur le développement du cerveau chez les Primates.* — Mlle **Fernande Coupin** vient de publier dans les *Comptes rendus* une note sur le cerveau d'un chimpanzé nouveau-né; c'est la première fois que cette

étude a pu être faite. Ce cerveau présente, comme celui de l'homme naissant, des plis fondamentaux.

Une seconde note sur le cerveau du Semnopithèque à l'état fœtal est déposée pour le Congrès de l'A. F. A. S. Ces travaux font partie d'un ensemble de recherches sur le développement comparé du cerveau chez l'homme et les singes.

En collaboration avec M. Anthony, Mlle Coupin a effectué des recherches : 1° Sur l'état du cerveau de l'Ours naissant (*Comptes rendus*), 2° Sur le *gyrus transversus* chez les Carnassiers (*Comptes rendus*), enfin sur l'indice de valeur cérébrale au cours du développement individuel (*Bull. Soc. Anthropologie*).

Tout cet ensemble de travaux présente un bon nombre de faits nouveaux, bien observés, dont Mlle **Fernande Coupin** s'est efforcée de tirer des conclusions physiologiques.

Rapport de M. Widal *sur l'ouvrage de* M. **Raymond Weissenbach**, *intitulé :* Les syndromes anémiques.

La Commission du prix Barbier vous propose d'accorder la moitié des arrérages à l'ouvrage de M. le Dr **Raymond-Joseph Weissenbach** pour son livre sur les syndromes anémiques, œuvre à la fois didactique, traitant la question des anémies dans son ensemble et contenant un exposé de recherches originales sur les propriétés biologiques du sérum et des hématies, ainsi que sur la pathogénie et le traitement des états anémiques.

Il a montré en particulier que les modifications des propriétés biologiques du sang appréciées à l'aide de techniques précises permettent de mesurer l'intensité de chacun des deux processus en présence : *la destruction globulaire* et la *régénération sanguine*. Cette étude comparée des deux processus est susceptible d'apporter d'importantes indications pronostiques sur la marche des anémies.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guignard, Henneguy, Branly, Charles Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent; Roux, rapporteur.)

M. **Gaston Ramon**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, présente, au concours du prix Bréant, un ensemble de travaux sur le titrage de la toxine

et de l'antitoxine diphtériques au moyen de la floculation et sur l'anatoxine diphtérique et les anatoxines en général.

Si, à une même quantité de toxine diphtérique, on ajoute des quantités croissantes de sérum antidiphtérique, on obtient une série de mélanges dans lesquels il apparaît, après un temps plus ou moins long, un précipité spécifique, car il est provoqué par l'addition du seul sérum antidiphtérique et non par celle d'un autre sérum. M. Ramon a observé que, parmi ces mélanges de toxine antitoxine, il en est un qui flocule le premier, c'est celui dans lequel toxine et antitoxine se saturent exactement. Le précipité contenant toute la toxine et toute l'antitoxine unies en un complexe est parfaitement inoffensif pour les animaux qui le reçoivent sous la peau, mais ne leur communique aucune immunité. On conçoit que cette floculation initiale permette de titrer une toxine par une antitoxine étalon et réciproquement. Le titre est apprécié en unités d'Erlich. Ce titrage est d'accord avec celui pratiqué d'ordinaire sur les animaux, mais il est beaucoup rapide, plus économique et même plus exact. Il entre de plus en plus dans la pratique et il a été étendu au dosage d'autres toxines et d'autres antitoxines, notamment à la toxine et à l'antitoxine tétanique.

Ces études sur la floculation ont été le point de départ d'une importante découverte de M. G. Ramon, celle des anatoxines. M. Ramon a observé qu'une toxine diphtérique très active, tuant par exemple un cobaye de 250^g en trois jours à la dose de $\frac{1}{800}$ de centimètre cube, additionnée de 2 à 4 millièmes de formol du commerce et conservée à l'étuve à 35°, perd peu à peu sa toxicité de façon à devenir, au bout d'un temps variable avec chaque échantillon de toxine, complètement inoffensive aux plus fortes doses (10 à 20^{cm^3} et plus pour le cobaye). Fait remarquable, cette toxine, qui n'en est plus une, garde un pouvoir floculant, vis-à-vis du sérum antidiphtérique, égale à celui de la toxine dont elle est issue; elle en conserve aussi le pouvoir antigène; c'est-à-dire qu'injectée aux animaux elle les immunise d'une façon active en provoquant la formation d'antitoxine dans leur organisme. A ce nouveau produit Ramon a donné le nom d'anatoxine.

L'anatoxine fournit le moyen d'immuniser rapidement et sans danger les chevaux producteurs de sérum antitoxique, elle permet de rendre réfractaires à la diphtérie, après deux injections inoffensives, les enfants qui y sont exposés. Elle est le meilleur instrument de lutte contre la diphtérie qui disparaîtra lorsque l'immunisation par l'anatoxine sera généralisée.

Le procédé dont M. Ramon s'est servi pour transformer la toxine diphtérique en anatoxine lui a permis d'obtenir l'anatoxine tétanique dont l'usage

ne tardera pas à se répandre en médecine vétérinaire et en médecine humaine.

Des substances analogues aux toxines microbiennes, mais appartenant au règne végétal, telle que l'abrine, peuvent aussi être transformées en anatoxine. Il en est de même de toxines provenant des animaux, des venins par exemple. Du venin de cobra M. Ramon a fait une anatoxine inoffensive et immunisante.

Les travaux de M. **Ramon** présentant un intérêt exceptionnel tant au point de vue purement scientifique qu'au point de vue de la pratique, la Commission propose de lui attribuer le titre de lauréat et les arrérages du prix Bréant.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Branly, Charles Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent; Henneguy, rapporteur.)

M. le Dr **Robert Courrier**, préparateur à la Faculté de médecine de Strasbourg, a présenté, pour le concours du prix Godard, un Mémoire sur *le cycle sexuel chez la femelle des Mammifères. Étude de la phase folliculaire.*

La glande interstitielle ovarienne des Chéiroptères paraît être active pendant la phase folliculaire, tandis qu'elle entre en repos quand le corps jaune fonctionne. Du côté de l'oviducte, on constate que c'est au moment où les produits sécrétés le parcourent que l'épithélium présente le maximum de sécrétion. Le produit de cette sécrétion sert de matériel nourricier pour les spermatozoïdes. Les glandes utérines sécrètent aussi activement pendant la période folliculaire, et le liquide sécrété entretient également la vie des éléments mâles. Après la castration, le tractus génital femelle régresse, et l'épithélium s'atrophie rapidement.

Tous ces faits ne sont pas nouveaux; l'auteur n'a fait que les préciser et les étudier mieux que ses prédécesseurs. Mais son travail renferme une donnée nouvelle. En même temps que deux auteurs américains MM. Allen et Doisy, mais d'une manière indépendante, M. Courrier a établi que les modifications observées dans le tractus génital femelle, pendant la phase folliculaire, sont dues à la présence, dans le liquide du follicule, d'une hormone spéciale, la folliculine, qu'il a pu isoler. Cette hormone n'a pas de spécificité

zoologique; celle extraite des follicules de la Femme, de la Vache, de la Truie, exerce la même action sur le Cobaye. La folliculine agit sur les femelles impubères; elle traverse le placenta et exerce son action sur le fœtus; elle est probablement de nature lipoïdique. La présence d'une hormone aussi active dans un liquide organique permettra de poursuivre des recherches intéressantes sur la physiologie des sécrétions endocrines.

La Commission propose d'attribuer le prix Godard à M. **Courrier**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Branly, Charles Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent; Desgrez, rapporteur.)

M. **Roger Douris**, professeur à la Faculté de pharmacie de Nancy, a présenté un ouvrage intitulé : *Guide pratique pour l'analyse du sang, aux points de vue biologique, chimique, toxicologique et médico-légal.* Cet ouvrage offre ce premier mérite de réaliser une œuvre de bon enseignement. A la suite des notions nécessaires à la compréhension des méthodes analytiques, M. Douris présente un exposé clair de ces techniques, en fixe le choix par de judicieuses critiques et dans l'interprétation des résultats. Pour quelques questions importantes, l'auteur en a fait une étude personnelle originale dont les résultats, théoriques ou pratiques, apportent une utile contribution à la connaissance des sujets étudiés. C'est pour l'ensemble de ces mérites que la Commission a proposé de décerner à M. Douris les arrérages du Prix Mège (300^{fr}).

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DUSGATE.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Branly, Charles Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Branly, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent; Charles Richet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Alfred Thooris**, médecin-chef de l'hôpital Villemin, pour son important ouvrage, fruit de plusieurs années de travail assidu, intitulé : *La vie par le stade*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LARREY.

(Commissaires : MM. Guignard, Roux, Henneguy, Branly, Charles Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent; d'Arsonval, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Jules Beyne**, médecin-major de 1re classe, pour ses travaux sur la protection de l'aviateur contre les effets de la dépression atmosphérique par les appareils à inhalation d'oxygène.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX ARGUT.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Branly, Charles Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX CHARLES MAYER.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Branly, Charles Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent.)

Le prix n'est pas décerné.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Mangin, Charles Richet, Quénu, Widal; Henneguy, rapporteur.)

M[lle] **France Gueylard**, docteur ès sciences, dans son travail : *De l'adaptation aux changements de salinité. Recherches biologiques et physico-chimiques sur l'Épinoche*, apporte une contribution intéressante à l'étude du mécanisme de l'adaptation des animaux au milieu ambiant.

On sait que l'Épinoche résiste mieux que la plupart des autres poissons d'eau douce au changement de milieu ; il supporte des concentrations salines trois ou quatre fois plus fortes que celles qui sont supportées par ces poissons.

Il existe chez l'Épinoche un mécanisme régulateur de l'imbibition des tissus qui assure la fixité de concentration en eau et en sels de ces tissus, quelles que soient les modifications de la salinité extérieure. Ce mécanisme n'existe pas chez les autres poissons d'eau douce. Il semble être lié à des variations relatives de la teneur des tissus en cholestérine et en substances grasses.

La rate de l'Épinoche est relativement plus développée que celle des autres poissons d'eau douce : elle subit une diminution de volume marquée lorsque la salinité augmente. Ce fait s'expliquerait, suivant l'auteur, si l'on admet l'existence, dans la rate de l'Épinoche, de réserves de substances cholestérinogènes. Un accroissement de salinité entraînerait la formation, aux dépens de ces substances, d'une certaine quantité de cholestérine qui, répartie dans l'organisme, élèverait le coefficient lipocytique de façon à assurer l'imbibition régulatrice et constante des tissus.

La Commission propose de décerner le prix Montyon à M[lle] **Gueylard**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Henneguy, Mangin, Charles Richet, Quénu, Widal; F. Mesnil, rapporteur.)

Le Professeur **Serge Métalnikov** présente au jugement de l'Académie l'ensemble de ses travaux sur la digestion intracellulaire et l'immortalité des Protozoaires.

Dans le premier domaine, M. Métalnikov a établi des faits importants concernant les vacuoles digestives, leur circulation, leur élimination. Si le protozoaire a ingéré des substances indigestes, elles sont éliminées en 10-30 minutes; les vacuoles qui renferment les substances nutritives (blanc d'œuf, bactéries) subsistent 2-3 heures. Dans ces vacuoles, il y a d'abord réaction acide, puis réaction alcaline (digestion tryptique); l'addition de trypsine à la nourriture accélère les processus digestifs.

Les infusoires, nourris à plusieurs reprises de substances indigestes, finissent par les refuser. Ce phénomène de « dégoût » se perd *en partie* après division de l'infusoire; mais il faut une série de divisions pour que l'infusoire revienne à l'état normal.

Pour ce qui concerne « l'immortalité » des infusoires, M. Métalnikov a montré, parallèlement à M. Woodruff, que des infusoires peuvent se reproduire indéfiniment par simple multiplication asexuée (plus de 5000 générations en 15 années). Ces faits servent de fondement au livre que M. Métalnikov a récemment publié avec le titre : *Immortalité et rajeunissement dans la biologie moderne*, dans lequel il s'attache à montrer que cette « immortalité », propriété *fondamentale* de la cellule végétale et animale, se perd de plus en plus à mesure qu'on s'élève dans l'échelle zoologique. Il y a évolution progressive de la *mort* de la cellule corporelle et M. Métalnikov pense qu'on peut réagir et que le « traitement » de la vieillesse doit être regardé comme un véritable problème scientifique.

D'observations de Zoologie, M. **Métalnikov** s'élève donc à des conceptions de philosophie naturelle.

Votre Commission estime qu'une œuvre si riche de faits et de suggestures mérite d'être couronnée.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Henneguy, Mangin, Quénu, Widal; Charles Richet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à MM. **Pierre Mathieu**, professeur agrégé à la Faculté de médecine, et **Henri Hermann**, préparateur des recherches au laboratoire de physiologie de la Faculté de médecine, pour leurs recherches sur la fonction respiratoire par l'emploi d'un diviseur d'air trachéal.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FANNY EMDEN.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Henneguy, Mangin, Charles Richet, Quénu, Widal.)

Le prix est renvoyé à l'année prochaine.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Tisserand, Lecomte, d'Ocagne ; Émile Borel, rapporteur.)

Un prix de 1000^{fr} est décerné à M. **Maurice Fréchet**, professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg, pour l'ensemble de ses travaux sur le calcul des probabilités.

Une mention honorable de 500^{fr} est décernée à M. **Maurice Halbwachs**, professeur à la Faculté des lettres de Strasbourg, pour l'ouvrage intitulé : *Le Calcul des probabilités à la portée de tous.*

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Appell, Bouvier, Bigourdan, de Launay, Daniel Berthelot ; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Albert Maire**, bibliothécaire honoraire de l'Université, pour sa bibliographie de Pascal savant.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

OUVRAGES DE SCIENCE.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. Emile Picard, Appell, A. Lacroix, Lallemand, Moureu, Janet ; Bouvier, rapporteur.)

Votre Commission vous propose d'attribuer le prix de Parville à M. **Émile Hegh**, ingénieur agronome, chef de bureau au Ministère des Colonies de Belgique, pour son récent ouvrage consacré aux *Termites*. M. Hegh a réuni dans cet ouvrage tous les renseignements relatifs aux mœurs, aux ravages et aux constructions des Termites dans les différents pays du monde, mais surtout en Afrique, où la Belgique possède la florissante colonie du Congo ; il l'a tenu au courant des recherches les plus récentes et illustré d'un très grand nombre de dessins et de photographies qui le rendent très pratique. C'est le seul ouvrage de langue française consacré à l'histoire générale des Termites ; comme tel, il rendra les plus grands services à nos coloniaux qui tous ont besoin de connaître ces sournois et

dangereux insectes; il en rend chaque jour d'ailleurs aux zoologistes, car sa bibliographie est remarquablement complète. M. **Hegh** n'est pas un zoologiste, mais il a le sens de la haute vulgarisation, de celle qui convient également à tous les esprits quelle qu'en soit la culture; son œuvre, très utile à tous, mérite la récompense que nous vous proposons de lui attribuer.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JULES ET LOUIS JEANBERNAT ET BARTHÉLEMY DE FERRARI DORIA.

(Commissaires : MM. Appell, A. Lacroix, Bouvier, Lallemand, Moureu, Janet; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Georges Bouligand**, professeur à la Faculté des sciences de Poitiers, pour ses travaux sur les fonctions harmoniques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDAILLES.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Bouvier, Lallemand, Emile Picard; A. Lacroix, rapporteur.)

La médaille est décernée à :

M. **Maurice Javillier**, lauréat du prix Montyon des arts insalubres;
M. **Charles Dufraisse**, lauréat du prix Jecker;
M. **Léonce Bert**, lauréat du prix Cahours;
M. **Émile André**, lauréat du prix Berthelot;
M. **François Bourion**, lauréat du prix Houzeau.

PRIX GÉNÉRAUX.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guignard, Douvillé, Le Chatelier, Henneguy, Termier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission est unanime à proposer l'attribution de ce prix à M. **Georges Mouret**, inspecteur général des Ponts et Chaussées, actuellement président de la Société géologique de France. Elle entend donner ainsi une marque d'estime à une carrière scientifique déjà longue, et qui a été accomplie dans les courts intervalles que laissaient à M. Mouret ses fonctions d'ingénieur de l'État.

Les travaux de ce géologue ont été consacrés tout entiers au Massif central de la France. Après avoir étudié le bassin houiller et permien de Brive, les bassins houillers du Quercy, puis les terrains triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires de la partie de l'Aquitaine situés au sud-ouest du Massif central, à partir de 1890, M. Mouret a porté ses efforts sur la moitié occidentale de ce massif, celle qui est située à l'ouest du grand chenal houiller et qui est constituée par des schistes cristallins et des roches éruptives; c'est là son œuvre maîtresse. Depuis quelques années, il s'est efforcé de mettre en lumière le rôle considérable joué par les actions mécaniques dans les déformations des roches anciennes de cette région.

Par ailleurs, M. **Mouret**, esprit distingué et ouvert sur maintes disciplines, a marqué aussi sa trace dans d'autres directions : mécanique des fluides, physique, philosophie des sciences. Il a donné une traduction française du livre de Clark Maxwell sur la Chaleur, etc.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Bouvier, Marchal, Charles Richet, Joubin, Mesnil; Henneguy rapporteur.)

L'influence de système nerveux sur la régénération est une question encore controversée qui a suscité un assez grand nombre de recherches. On est à peu près d'accord aujourd'hui pour admettre que, pendant la période embryonnaire, la régénération se fait régulièrement quand on détruit le système nerveux; mais pendant la période postembryonnaire les expériences faites sur divers animaux ont donné des résultats contradictoires.

Mlle **Piera Locatelli**, assistante à l'Institut de pathologie générale et d'histologie de l'Université de Pavie, a repris l'étude de cette question en instituant une série de recherches sur des Tritons et plusieurs Mammifères adultes. Il résulte de ses nombreuses expériences, faites avec une technique irréprochable, que le système nerveux exerce une influence évidente sur les processus de la régénération.

Si, chez les Tritons, on détruit le nerf innervant la partie amputée, patte ou queue, celle-ci ne se régénère pas. Ce sont les ganglions spinaux qui tiennent sous leur dépendance les processus de régénération, car si l'on détruit les ganglions, en laissant les nerfs intacts, la partie amputée ne se régénère pas. La régénération tardive des extrémités dont on a enlevé les ganglions spinaux correspondants ne se produit que lorsque les ganglions se sont d'abord régénérés.

Une série d'expériences nouvelles, consignées dans un mémoire manuscrit, apporte un fait nouveau des plus intéressants qui démontre, d'une manière incontestable, le rôle du système nerveux dans la régénération. Un nerf d'une patte postérieure isolé, mais conservant ses connexions avec le ganglion spinal, est reporté sous la peau du dos de l'animal; en rapport avec son extrémité se développe une néoformation de tissus qui se différencie en un membre surnuméraire.

Mlle Locatelli a étudié également l'action du système nerveux sur la régénération des différents tissus chez les Mammifères. Elle a constaté que ce système n'exerce aucune influence sur la cicatrisation et la régénération des épithéliums et des os, mais que l'intégrité des ganglions spinaux est nécessaire pour la régénération du tissu musculaire strié. Le système nerveux sympathique exerce une action inhibitrice sur les processus régé-

nératifs des tissus, qui sont plus rapides lorsque les centres sympathiques correspondants sont détruits.

Il y a dans les travaux de Mlle **Locatelli** une série de faits nouveaux des plus intéressants qui apportent une contribution importante à nos connaissances relatives à l'influence du système nerveux sur la régénération, et qui justifient la proposition de la Commission d'attribuer le prix Lallemand à l'auteur de ces travaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PETIT D'ORMOY

(Sciences mathématiques).

(Commissaires : MM. Boussinesq, Appell, Painlevé, Bigourdan, Lecornu, Émile Borel; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Jules Drach**, professeur à la Faculté des sciences de Paris, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PETIT D'ORMOY

(Sciences naturelles).

(Commissaires : MM. Guignard, Roux, A. Lacroix, Douvillé, Mangin, Termier; Bouvier, rapporteur.)

La production scientifique de M. **Maurice Caullery**, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, couvre une partie étendue de la Zoologie et est orientée vers un certain nombre des aspects généraux de la Biologie, en rapport avec le problème de l'évolution.

M. Caullery est d'abord l'auteur d'un ensemble de mémoires sur les *Ascidies composées*, dont il a étudié surtout le bourgeonnement et la régénération. Il se dégage de ces travaux des données importantes pour la connaissance de l'ensemble des Tuniciers : la blastogenèse si singulière des Diplosomidés se trouve ramenée à celle des autres familles : chez les *Colepla*, des variations considérables dans la structure des bourgeons constituent une sorte de pœcilogonie. M. Caullery a étudié les

phénomènes d'histolyse par lesquels sont éliminés les individus âgés dans les colonies, spécialement à l'approche de l'hiver. Il a précisé les rapports de l'organogenèse dans la triple série morphogénétique du développement de l'œuf, de celui des bourgeons et de la régénération. Les conclusions formulées par lui à cet égard, en 1895, sont aujourd'hui classiques. L'ensemble de ces résultats constitue donc une contribution importante à l'étude de la morphogenèse des Tuniciers et des processus généraux de l'embryologie.

De même les recherches de M. Caullery ont fait avancer d'une façon importante nos connaissances sur un groupe d'animaux inférieurs restreint en lui-même, mais d'un grand intérêt, celui des *Orthonectides*. Dans un premier mémoire (en collaboration avec M. Mesnil), qui élargit le groupe par la découverte de formes nouvelles et de particularités nombreuses de structure, a été mise en évidence la multiplication des Orthonectides à l'intérieur de leur hôte, par voie *asexuée*, au moyen de cellules germes produites au sein d'un plasmode, processus rappelant étroitement la multiplication des Dicyémides. M. Caullery a fait connaître ensuite, sur *Rhopalura ophiocomæ*, les diverses phases de la reproduction sexuée de ces animaux, la fécondation et le développement des œufs, jusqu'à l'éclosion de la larve, la vie libre de celle-ci et sa pénétration dans l'hôte, puis les stades initiaux de la formation des plasmodes et des cellules germes. Le cycle évolutif des Orthonectides est ainsi complètement reconstitué et comprend une *alternance* régulière de multiplication asexuée dans l'hôte et de reproduction sexuée dans le milieu extérieur.

Les recherches de M. Caullery ont fourni aussi une série de données d'intérêt général sur les Annélides Polychètes. Parmi ces résultats, nous ne retiendrons ici que la découverte et l'étude minutieuse des phénomènes d'épitoquie chez les Cirratuliens, celle de l'asymétrie des Spirorbes, corrélative de la disposition spirale de leur tube, celle de faits très significatifs de viviparité (*Dodecaceria*, *Ehlersia nepiotoca*), de multiplication asexuée (schizogenèse de *Syllis gracilis*, de *Potamilla torelli*, etc.). Ces diverses recherches ont été faites en collaboration avec M. Mesnil.

L'étude du parasitisme et des transformations qu'il entraîne chez les organismes a été l'un des sujets de prédilection des recherches de M. Caullery. A cela se rattache déjà l'étude du cycle des Orthonectides, puis une série de mémoires (en partie avec M. Mesnil) sur les *Crustacés*, Isopodes, Épicarides (*Hemioniscus*, Liriopsidés, *Ancyroniscus*) et Copédodes (*Staurosoma*, *Xenocœloma*). Ces mémoires sur les Épicarides ont apporté une contribution substantielle à la connaissance du développement de l'organogenèse

et de la morphologie définitive de ces animaux. M. Caullery a précisé aussi expérimentalement la succession des phases larvaires dans ce groupe. *Xenocœloma* offre un des exemples les plus étonnants, dans l'ensemble du règne animal, de l'amplitude des modifications produites par le parasitisme. Parmi les autres groupes sur lesquels a été étudiée l'action du même facteur éthologique, il faut signaler spécialement les *Protozoaires* où M. Caullery a fait connaître, seul ou avec M. Mesnil, divers types aberrants (*Siedleckia*, *Ellobiopsis*, *Metchnikovella*, etc.), et apporté des contributions importantes à la connaissance des Sporozoaires (développement et sporogenèse des Actinomyxidies, création et étude des Haplosporidies, etc.).

Les indications précédentes, ne fournissent pas à beaucoup près une énumération complète des groupes et des questions sur lesquels ont porté les recherches de M. Caullery. D'autre part son enseignement l'a amené à traiter des questions de Biologie générale et de Philosophie zoologique, qui lui ont fourni la matière d'assez nombreuses études : de là sont sortis en particulier deux livres, *Les problèmes de la sexualité* et *Le parasitisme et la symbiose*. M. Caullery a encore publié tout récemment, dans l'*Histoire de la nation française* de M. G. Hanotaux, l'*Histoire des sciences biologiques* : cet exposé, tout en traitant spécialement de la science française, est, en même temps, dans une large mesure, un tableau d'ensemble de l'évolution historique générale de la Biologie et représente un effort considérable. Par ses recherches, son enseignement et ses ouvrages, M. **Caullery** a joué un rôle de premier plan dans le développement des Sciences zoologiques et mérite le prix Petit d'Ormoy que votre Commission vous propose de lui attribuer.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Bigourdan, Baillaud, Kœnigs; Émile Borel, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Arnaud Denjoy**, maître de conférences à la Faculté des sciences de Paris, pour ses travaux sur le calcul des fonctions primitives.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. Guignard, Roux, A. Lacroix, Mangin, Charles Richet, Leclainche; Gabriel Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose d'accorder, à titre d'encouragement :

Un prix de 2000fr à M. **Albert Frouin** et Mlle **Maylis Guillaumie**, pour leur mémoire intitulé : *La nutrition carbonée du bacille tuberculeux*.

Un prix de 1000fr à M. **Paul Cristol** chef des travaux de chimie biologique à la Faculté de médecine de Montpellier, pour son travail sur les tissus cancéreux.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Guignard, A. Lacroix, Bigourdan, Kœnigs, Borel; Émile Picard, rapporteur.)

Un prix de 2000fr est décerné à M. **Raymond Jouaust**, sous-directeur du Laboratoire central d'électricité, pour ses recherches sur la photométrie et la radiotélégraphie.

Un prix de 2000fr est décerné à M. **René Mesny**, professeur principal d'hydrographie, pour ses recherches sur la radiogoniométrie et sur les ondes hertziennes courtes.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX GUSTAVE ROUX.

(Commissaires : MM. Lallemand, Émile Picard, A. Lacroix, Appell, Guignard; Bouvier, rapporteur.)

Parmi les travaux des jeunes zoologistes qui pourraient mériter le prix Roux, votre Commission distingue particulièrement un Mémoire de M. **Edmond Sollaud**, Maître de conférences à la Faculté des sciences de Bordeaux, qui a pour titre : *Recherches sur l'embryogénie des Crustacés décapodes de la sous-famille des Palæmoninæ*. Cette étude, fouillée et étendue, met en évidence les caractères sexuels secondaires en relation avec l'activité périodique des gonades, le développement de l'in-

testin moyen aux dépens des vitellophages et d'éléments mésodermiques situés dans la région proctodéale, et la formation d'un embryon primaire, constitué essentiellement par le céphalon et le telson, les somites intermédiaires étant bourgeonnés ensuite par une zone d'accroissement subterminale. M. Sollaud établit que les antennes de la première paire (antennules) n'ont pas la valeur d'appendices segmentaires et représentent, au même titre que les yeux, les organes sensoriels du prostomium; il part de là pour établir des comparaisons intéressantes entre le nauplius primordial des Crustacés et le céphalon des Trilobites.

Votre Commission apprécie grandement ce travail et vous propose de le couronner en attribuant le prix Roux à M. **Sollaud**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX THORLET.

(Commissaires : MM. Bouvier, Lallemand, Émile Picard, Appell, Guignard; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Adolphe Richard**, ancien préparateur à l'École nationale supérieure des Mines.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATIONS SPÉCIALES.

FONDATION LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Bouvier, Lallemand, Émile Picard, Appell, Guignard; A. Lacroix, rapporteur.)

Les arrérages de la fondation sont partagés entre Mmes **Cusco** et **Rück**.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

PRIX LAPLACE.

Le prix est décerné à M. **Denis-Jean-Léopold Bichelonne**, né à Bordeaux, le 24 décembre 1904, sorti avec le n° 1, en 1925, de l'École Polytechnique.

Les ressources de la fondation ne permettant plus de donner au lauréat un exemplaire des Œuvres de Laplace, une médaille portant l'inscription de son nom et de l'attribution du prix lui sera remise.

PRIX L.-E. RIVOT.

Le prix est partagé, ainsi qu'il suit, entre les quatre élèves dont les noms suivent, sortis, en 1925, avec le n° 1 ou 2 de l'École Polytechnique, dans les corps des mines et des ponts et chaussées :

M. **Denis-Jean-Léopold Bichelonne**, sorti premier dans le corps des mines, reçoit 750fr;

M. **Marcel-Émile-Paul Pascal**, sorti premier dans le corps des ponts et chaussées, reçoit 750fr;

M. **Pierre-Camille Adam**, sorti second dans le corps des mines, reçoit 500fr;

M. **René-Aubin-Marie Lehuédé**, sorti second dans le corps des ponts et chaussées, reçoit 500fr.

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

FONDATION TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Guignard, Bouvier, Lallemand; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix à M. **Alexandre Meunier**, géographe au Ministère des Colonies, en témoignage d'estime pour son œuvre cartographique sur l'Afrique occidentale française.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION GEGNER.

(Commissaires : MM. Bouvier, Lallemand, Émile Picard, Appell, Guignard; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Léon Bultingaire**, bibliothécaire au Muséum national d'histoire naturelle, pour le rôle qu'il a joué dans la rédaction et la publication de l'*Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris* entrepris sous la direction de M. A. Lacroix, avec le patronage de l'Académie.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION HIRN.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Guignard, Bouvier, Lallemand; A. Lacroix, rapporteur.)

Dans le libellé de l'acte de donation de la Fondation Hirn, il est spécifié que les arrérages pourront être attribués à un savant « pour l'aider dans ses frais d'impression ». C'est en vertu de cette clause que la Commission

propose d'accorder une subvention de 2500fr à M. **Georges Corroy**, préparateur à la Faculté des sciences de Nancy, jeune géologue digne d'estime, afin de lui permettre de publier un travail de stratigraphie.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION BECQUEREL.

(Commissaires : MM. Appell, Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Lallemand; Émile Picard, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **André Danjon**, astronome à l'Observatoire de Strasbourg, pour ses travaux astronomiques.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

FONDATION LOUTREUIL.

(Membres du Conseil : MM. Louis Bouvier, Émile Picard, Daniel Berthelot, Henry le Chatelier, Paul Janet; A. Lacroix, rapporteur.)

L'Académie a reçu 46 demandes. Après avis du Comité consultatif de la Fondation, le Conseil a décidé d'accorder les subventions suivantes. Il rappelle aux intéressés que toute demande formulée par le personnel des Établissements désignés par le fondateur ou par le président de l'Académie, doit être appuyée par le Conseil de ces établissements. Toute demande qui n'aura pas été soumise à cette approbation préalable sera écartée à l'avenir.

I. — *Subventions accordées à la demande des établissements désignés par le fondateur.*

1° *Muséum national d'histoire naturelle.* — 8000fr à M. **Louis Mangin**, membre de l'Académie des sciences, directeur du Muséum national d'histoire naturelle, pour le laboratoire maritime du Muséum.

Depuis peu, ce laboratoire a été transporté de Saint-Vast à Saint-Servan. M. Louis Mangin, qui le dirige, se propose de l'équiper, non seulement pour les recherches zoologiques, mais aussi pour les études botaniques. Il désire, en particulier, y entreprendre des recherches personnelles sur *la*

croissance et la fructification des algues en fonction des variations de température et de salinité.

Tout un outillage doit être constitué, et c'est pour le réaliser qu'une somme de 8000fr est accordée.

4000fr à M. **Désiré Bois**, professeur de culture au Muséum, pour la publication du troisième volume d'un Guide aux collections de plantes cultivées au Muséum.

En 1922, la Fondation Loutreuil a attribué une somme de 8000fr à M. Bois pour entreprendre la publication de *Guides aux collections de plantes cultivées* du Jardin des Plantes.

Il faut louer M. Bois d'avoir immédiatement réalisé cette œuvre (2 volumes) avec l'aide de ses collaborateurs MM. Gérome et Guillaumin. Il reste à publier 2 volumes; celui qui est consacré aux arbres et arbrisseaux de plein air est achevé et le manuscrit peut être dès maintenant envoyé à l'imprimerie. Le Conseil attribue à M. Bois les 4000fr nécessaires à son impression. Ce sera la fin de notre contribution, la vente de ces trois premiers volumes devant fournir la somme nécessaire pour la publication du quatrième et dernier.

2° *École nationale vétérinaire d'Alfort.* — 12000fr à la bibliothèque de cet établissement, pour l'achat de livres et plus particulièrement de périodiques.

3° *École nationale vétérinaire de Lyon.* — 3000fr à M. **Joseph Basset**, professeur, pour poursuivre des recherches sur une nouvelle méthode de vaccination du charbon symptomatique (animaux de l'espèce bovine), et sur les maladies infectieuses du chien.

1000fr à M. **Gabriel Marotel**, professeur, pour continuer des recherches sur le traitement des maladies parasitaires des animaux, notamment sur la gale démodécique du chien.

1500fr à M. **L. Jung**, professeur, pour poursuivre des travaux en cours sur le rôle des graisses dans l'utilisation de l'albumine alimentaire et sur le mécanisme de la rumination et du vomissement, notamment en ce qui concerne le rôle de l'aspiration thoracique et du système nerveux.

1000fr à M. **Armand Tapernoux**, chef de travaux, pour continuer des recherches sur la concentration en ions hydrogènes (pH) des liquides biologiques, et en particulier du lait.

1000^{fr} à M. **Tagand**, chef de travaux, pour entreprendre, sous la direction de M. Lesbre, des recherches de tératogenèse chez divers Mammifères domestiques.

4° *École nationale vétérinaire de Toulouse.* — 2000^{fr} à MM. **Jules Girard** professeur, et **Pierre Pons**, chef de travaux de zootechnie, pour la continuation et le développement de leurs recherches sur les facteurs modificateurs de la croissance (influence de la température, des régimes spéciaux, de la castration).

1000^{fr} à M. **P. Bru**, chef de travaux de physiologie, pour des recherches sur l'emphysème pulmonaire en pathologie comparée.

1000^{fr} à M. **Charles Hervieux**, professeur de physique et de chimie, pour des recherches sur la putréfaction des viandes.

II. — *Subventions accordées à la demande d'établissements admis pour un an par M. le Président.*

Conservatoire national des Arts et Métiers. — 2000^{fr} à M. **Jules Lemoine**, professeur, pour l'achat de trois appareils destinés au laboratoire de physique.

1500^{fr} à M. **Gabriel Kœnigs**, professeur, membre de l'Académie des sciences, pour faire traduire des brevets américains concernant de nombreux dispositifs mécaniques, notamment des serrures de sûreté et des verrouillages.

III. — *Sur demandes indépendantes.*

4500^{fr} à M. **Jules Barthoux**, docteur ès sciences, pour des recherche minéralogiques en Algérie.

M. Jules Barthoux s'est fait une spécialité de l'étude de la minéralogie du nord de l'Afrique. Il a publié d'importants travaux sur les minéraux et les roches de l'Égypte, du Maroc, de l'Algérie. Un récent voyage dans ce dernier pays, où il a exploré d'importants gisements de type nouveau, lui a montré qu'il aurait intérêt à y poursuivre de nouvelles recherches.

5000^{fr} à M. le Général **Sebert**, membre de l'Académie des sciences, pour la publication de documents relatifs à la création de l'Office central de documentation technique et industrielle.

Depuis de longues années, notre confrère travaille à l'organisation d'un

système de bibliographie. Il a obtenu l'adoption du principe de la création d'un *Office central de documentation technique et industrielle* dans les locaux du Conservatoire national des arts et métiers. Le *Bureau bibliographique de Paris*, présidé par notre Confrère, a été chargé de préparer l'organisation de cet Office; pour cela il lui faut de l'argent, et il n'en a pas.

Nous ne pouvons pas fournir pour cet objet de sommes importantes, mais la Commission propose l'attribution de 5000fr comme témoignage de sympathie aux efforts de M. le Général Sebert.

1000fr à M. **Jacques Chevalier**, professeur de philosophie à Grenoble, pour l'achat d'un premier outillage destiné à des recherches de psychologie expérimentale à la bibliothèque-laboratoire de philosophie récemment créée à l'Université de Grenoble.

14000fr au **Comité français de géodésie et géophysique** (6e section : Électricité atmosphérique et tellurique).

Le Comité, présidé par notre Confrère M. Daniel Berthelot, a entrepris la réfection de la carte magnétique de France. C'est là une œuvre d'une très grande importance et de longue haleine. Elle a été poursuivie jusqu'ici grâce à des subventions de la Caisse des recherches scientifiques; il faut un nouvel effort pour mener à bien ce grand travail qui demandera encore deux campagnes.

Cette subvention de 14000fr, jointe à celle fournie cette année encore par la Caisse des recherches scientifiques, permettra aux cinq observateurs désignés d'effectuer leur travail dans les stations choisies.

4000fr à Mme Vve **Yves Delage**, pour la publication d'un volume de *L'Année biologique*.

Notre regretté confrère Yves Delage a créé une publication fort importante, *L'Année biologique*, dont la continuation après sa mort a été prise en mains par la Fédération des sciences naturelles.

Il avait été décidé que Mme Delage se chargerait de la publication des trois derniers volumes préparés par son mari. L'un d'eux a paru, le second va paraître, mais l'accroissement du prix des impressions a mis Mme Delage dans une situation des plus tragiques. Elle demande de l'aide. Le Conseil lui alloue 4000fr.

3000fr à M. **René Dubrisay**, professeur de chimie à l'École des ponts et chaussées, pour lui permettre de poursuivre des recherches de chimie capillaire (achat d'appareils).

13000^{fr} à M. **Louis Dunoyer**, secrétaire général de la Société française de physique, pour poursuivre des recherches sur certains problèmes relatifs aux méthodes modernes de mesure de vides élevés.

M. Louis Dunoyer a publié récemment un volume intitulé : *La technique du vide*. Il désire poursuivre diverses recherches, en ayant recours à des vides très poussés. Ces travaux nécessitent un outillage fort coûteux qui pourra être réalisé à l'aide de cette subvention jointe à celle attribuée récemment à ce savant par la Caisse des recherches.

7000^{fr} à la **Fédération française des Sociétés de sciences naturelles**, comme contribution nouvelle à la publication de la *Faune de France*, dont les volumes se succèdent régulièrement.

2500^{fr} à M. **Edmond Friedel**, ingénieur des mines à Strasbourg, pour ses recherches sur la diffraction des rayons X par les corps smectiques.

La fondation Loutreuil a accordé en 1923 à ce savant une subvention pour lui permettre de s'outiller. Cet outillage a coûté beaucoup plus cher que ne l'avait supposé le demandeur et il sollicite l'octroi d'une nouvelle subvention de 2500^{fr}. Les recherches de M. Friedel ayant fourni déjà des résultats intéressants, il y a lieu de faire droit à sa demande.

2000^{fr} à M. **Pierre Lesne**, assistant de la chaire d'entomologie du Muséum national d'histoire naturelle, pour poursuivre ses recherches sur la faune coléoptérologique des tourbières.

5000^{fr} à M. **Charles Marie**, secrétaire général des *Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie*, comme aide à cette utile publication.

4000^{fr} à M. **Charles Moureu**, membre de l'Académie, professeur au Collège de France.

M. Moureu a décrit récemment un nouveau type de bombe calorimétrique. Il adresse une demande de subvention pour l'achat de cet instrument, d'un calorimètre et de divers accessoires. Le Conseil a décidé de contribuer à cette dépense pour une somme de 4000^{fr}.

3000^{fr} à l'**Observatoire de Marseille**, pour la publication du *Journal des observateurs*, auquel l'Académie s'est toujours intéressée.

3000^{fr} à M. **Em. Passemard**, docteur de l'Université de Strasbourg.

M. Passemard, connu par d'intéressantes recherches géologiques et pré-

historiques sur le bassin de la Nive, a demandé une subvention qui, jointe à d'autres provenant de diverses caisses, lui permettrait d'aller en Syrie fouiller les grottes et les alluvions de diverses vallées encore inexplorées.

Les travaux antérieurs de M. Passemard sont un bon garant de l'intérêt de ses travaux futurs.

4000^{fr} à M. **Jean Tilho**, correspondant de l'Académie.

M. le colonel Tilho achève la mise au net des résultats de son exploration du Tibesti, du Borkou, de l'Erdi et de l'Ennedi effectuée de 1913 à 1917.

Il s'agit pour lui de publier deux cartes au 1/1000000e et une notice explicative. Cette subvention de 4000^{fr} contribuera à la réalisation de cette œuvre, aussi intéressante au point de vue scientifique qu'au point de vue national.

5000^{fr} à M. **J. Tissot**, professeur au Muséum national d'histoire naturelle, pour l'aider à la publication d'un ouvrage concernant la constitution des organismes animaux et végétaux qui comprendra environ 300 planches.

1500^{fr} à Mlle **Y. Trouard-Riolle**, docteur ès sciences, agrégée de l'Université, pour ses recherches de génétique.

Mlle Trouard-Riolle avait adressé, l'an dernier, une demande de subvention de 1500^{fr} pour cet objet. D'excellents renseignements avaient été fournis sur l'intérêt de son travail et la Commission allait lui accorder cette subvention, quand elle reçut une lettre de la demanderesse retirant sa requête parce qu'elle avait obtenu une subvention de la Caisse des recherches scientifiques.

C'est là un cas de délicatesse trop rare pour qu'il ne soit récompensé et le Conseil a décidé que la somme de 1500^{fr} sollicitée l'année dernière serait accordée aujourd'hui à Mlle Trouard-Riolle.

4000^{fr} au Père **Lejay**, de l'Observatoire de Zi Ka Wei, pour terminer ses recherches sur l'électricité atmosphérique.

L'ensemble des subventions accordées s'élève à la somme de 124500^{fr}. Nous en donnons la récapitulation dans le tableau suivant :

1° *Subventions accordées à la demande des établissements désignés par le donateur :*

Muséum national d'histoire naturelle :

M. Louis Mangin	8000 fr
M. Désiré Bois	4000

École nationale vétérinaire d'Alfort :

Bibliothèque de l'École	12000

École nationale vétérinaire de Lyon :

M. Joseph Basset	3000
M. Gabriel Marotel	1000
M. L. Jung	1500
M. Tapernoux	1000
M. Tagand	1000

École nationale vétérinaire de Toulouse :

MM. Jules Girard et Pierre Pons	2000
M. P. Bru	1000
M. Charles Hervieux	1000

2° *Subventions accordées à la demande d'établissements admis pour un an par M. le Président :*

Conservatoire national des arts et métiers :

M. Jules Lemoine	2000
M. Gabriel Kœnigs	1500

3° *Subventions accordées sur demandes directes :*

M. Jules Barthoux	4500
Bureau bibliographique	5000
M. Jacques Chevalier	1000
Comité français de géodésie et géophysique	14000
Mme Vve Yves Delage	4000
M. René Dubrisay	3000
M. Louis Dunoyer	13000
Fédération française des Sociétés de sciences naturelles	7000
M. Edmond Friedel	2500
M. Pierre Lesne	2000
M. Charles Marie	5000
M. Charles Moureu	4000
Observatoire de Marseille	3000
M. Em. Passemard	3000
M. Jean Tilho	4000
M. J. Tissot	5000
Mlle Y. Trouard-Riolle	1500
Le P. Lejay	4000
Total	124500

FONDS BOUCHARD.

(Commissaires : MM. Guignard, Roux, Henneguy, Mangin, Branly, Charles Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent ; d'Arsonval, rapporteur).

La Commission propose d'attribuer l'annuité à M. **Henry Cardot**, chef du laboratoire de physiologie à la Faculté de médecine, pour ses travaux sur l'accoutumance, l'hérédité, les protozoaires et les microbes.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

CONCOURS [1]

QUESTIONS PROPOSÉES.

PRIX BORDIN (3000fr).

Question posée pour 1925 et reportée à 1926 :

Extension de la théorie des fonctions analytiques.

Question posée pour 1927 :

Perfectionner, sur un point important, la dynamique des systèmes non holonomes.

LECTURES.

M. **Émile Picard**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice sur *La vie et l'œuvre de Jules Tannery*, académicien libre.

A. Lx et É. P.

---

[1] Le programme des fondations de l'Académie est inséré, chaque année, dans son Annuaire et dans celui de l'Institut. Sont seules indiquées ici les questions particulières mises au concours.

TABLEAU DES PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS.

ANNÉE 1925

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

OUVRAGES DE SCIENCE.

MÉDAILLES.

PRIX GÉNÉRAUX.

CONCOURS.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE NOVEMBRE 1925 (*suite et fin*).

Études de Lépidoptérologie comparée, fasc. XXII, part. II, par CHARLES OBERTHÜR. Rennes, Oberthür, 1925; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Louis Bouvier.)

Études de Lépidoptérologie comparée; faunes entomologiques : descriptions d'insectes nouveaux ou peu connus, par CHARLES OBERTHÜR. *Tables générales systématiques et alphabétiques*, fasc. XXIII, par C. HOULBERT et P. RONDOU. Rennes, Oberthür, 1925; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Louis Bouvier.)

Notes ptéridologiques, par ROLAND BONAPARTE. Fasc. XIV, XV, XVI. Chartres, Durand, 1923, 1924, 1925; 3 vol. 22^{cm},5. (Présentés par M. Henri Lecomte.)

La médecine canadienne-française, discours prononcé à la séance solennelle d'ouverture du VIIIe Congrès des médecins de langue française, par ARTHUR VALLÉE. Québec, 1924; 1 fasc. 24^{cm}.

Publications de l'Observatoire d'Alger. Catalogue de 9997 *étoiles comprises entre* — 17°50′ *et* — 23°0′ *de déclinaison* 1855, *pour l'équinoxe de* 1900, *tiré des observations faites de* 1888 *à* 1897, par C. RAMBAUD et F. SY, sous la direction de F. GONNESSIAT. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924; 1 vol.

Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris, dressé sous la direction de M. A. LACROIX, par LÉON BULTINGAIRE. Fasc. IV : tables. Paris, Masson et Cie, 1925; 1 vol. 23^{cm}.

La mort et la biologie, par HENRY DE VARIGNY. Paris, Alcan, 1926; 1 vol. 19^{cm}.

Deuxième table générale 1899-1923 *de la Société de biologie et de ses filiales*. 1re Partie : *table des auteurs*, publiée par AUGUSTE PETTIT. Paris, Société de Biologie, 1925; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Henneguy.)

Leçons sur les propriétés extrémales et la meilleure approximation des fonctions analytiques d'une variable réelle, professées à la Sorbonne par SERGE BERNSTEIN. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926; 1 vol. 25^{cm},5.

Histoire du cinématographe, de ses origines jusqu'à nos jours, par G.-MICHEL COISSAC. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 vol. 25^{cm}.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 DÉCEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du décret, en date du 18 décembre 1925, qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **H. Kamerlingh Onnes** pour occuper la place d'Associé étranger, vacante par le décès de Sir *Archibald Geikie*.

Il est donné lecture de ce décret.

MÉCANIQUE. — *Sur les transmissions élastiques*. Note de M. **L. Lecornu**.

Dans une Note récente ([1]) M. A. Blondel compare les résultats qu'il a obtenus au sujet de la résonance des arbres de transmission avec ceux que j'avais moi-même indiqués ([2]) et fait remarquer que nous sommes partis de conceptions très différentes. Il est exact que, négligeant les vibrations propres du vilebrequin, j'ai assimilé celui-ci, à l'intérieur du moteur, à un solide invariable, et je reconnais volontiers que cette simplification cesse d'être légitime quand on considère un long vilebrequin à six coudes, comme celui dont parle M. Blondel. Mais il n'en est pas toujours ainsi. Si l'on envisage, par exemple, un moteur en étoile, pour lequel le vilebrequin est très ramassé, les axes des cylindres se trouvant tous placés dans un même plan perpendiculaire à l'arbre, on est fondé à admettre que ce vilebrequin ne se déforme pas sensiblement pendant la marche.

Au surplus, mon but était seulement de souligner le danger auquel on s'expose quand on remplace, sans mûr examen, un accouplement rigide

---

([1]) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 895.

([2]) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 992 et 1254.

par un accouplement élastique, parfois susceptible d'aggraver les phénomènes de résonance. C'est en somme une question d'espèce : tout dépend de la nature du moteur, de son mode de construction et aussi du degré de flexibilité de l'accouplement.

ASTRONOMIE. — *Sur la photographie des étoiles en plein jour.* Note de M. **Maurice Hamy.**

La présente Communication a pour objet de faire connaître les premiers résultats obtenus d'après la méthode exposée antérieurement ([1]). Son application nécessite, comme on l'a vu, la connaissance de la valeur du demi-diamètre angulaire ε des images photographiques naissantes des étoiles, au foyer d'une lunette astronomique. Cette valeur a été déterminée en mesurant les largeurs d'images stellaires obtenues photographiquement, pendant la nuit, à travers écran rouge, au petit équatorial coudé. Le nombre trouvé $2\varepsilon = 3''18$ a été adopté. Cependant l'objectif de l'équatorial, calculé pour l'observation visuelle, n'étant pas corrigé des aberrations correspondant aux radiations rouges, ce nombre peut être trop élevé. En fait, on admet généralement que le diamètre angulaire des images photographiques stellaires ordinaires, provenant des perturbations atmosphériques, par temps normal, est voisin de $2''$. Quoiqu'il en soit, il est facile d'évaluer la différence entre les résultats obtenus, pour la limite de magnitude des étoiles photographiables en plein jour, en adoptant le nombre $2\varepsilon = 3'',18$, et ceux auquels on arriverait en prenant pour le diamètre en question, une autre valeur de $2\varepsilon'$. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

Des expériences, à des altitudes supérieures à 3000^{m}, ont été faites l'été dernier dans le massif du mont Blanc : au glacier de Tête-Rousse (3167^{m}), à la pointe d'Orny (3274^{m}), près de la cabane Dupuis (3140^{m}). Le ciel était d'une grande pureté; aucune auréole lumineuse n'était visible autour du Soleil. Opérant vers le milieu du jour, on a trouvé que la limite extrême d'impression photographique ([2]), visible sur les clichés, à 90° du Soleil, se rapporte à la 6,5 magnitude. A 10° de l'astre, elle tombe à la 5,5 magni-

([1]) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 407.

([2]) Voici ce qu'il faut entendre par cette expression : On suppose repéré l'endroit de la plaque sensible où doit se trouver l'image et l'œil perçoit une trace d'impression à cet emplacement.

tude. Dans l'un et l'autre cas, pour atteindre ces limites, avec une lunette astronomique, il faudrait lui donner une longueur focale atteignant environ une dizaine de mètres. Des essais exécutés en plaine, dans la Sarthe, par ciel clair, ont fourni la sixième magnitude comme limite d'impression à 90° du Soleil. La troisième magnitude, obtenue facilement à 20° du Soleil, est la limite extrême enregistrée à 10° de l'astre.

Ces résultats comportent plusieurs remarques :

1° Ils peuvent être affectés d'une erreur systématique non négligeable, l'image photographique, au foyer d'une lunette astronomique, étant la résultante de nombreuses poses très courtes superposées, tandis que l'impression de l'étoile artificielle, utilisée dans les expériences, provient d'une pose continue. De plus le noircissement de l'image astronomique peut ne pas être tout à fait uniforme, tandis que celui de l'image artificielle est partout le même. Enfin il règne une certaine incertitude sur la valeur de ε à employer. Des comparaisons seraient donc à exécuter, dans une station convenable, pour se rendre compte de l'influence de ces causes d'erreurs. On pourrait, par exemple, dans un observatoire bien placé au point de vue de la pureté du ciel, photographier les Pléiades, en plein jour, à travers écran rouge, lorsque cet amas est à peu près à 90° du Soleil ([1]). Simultanément on chercherait, par la méthode suivie dans les expériences, la limite de magnitude photographiable à 90° de l'astre. Cette limite, comparée à celle résultant de l'examen du cliché astronomique, fournirait l'inconnue à déterminer. Il faudrait d'ailleurs prendre des dispositions capables d'empêcher le passage, devant l'objectif de l'équatorial, de masses d'air ascendantes échauffées par contact avec le sol, à proximité, cause principale de perturbation des images pendant le jour.

2° Le contraste, sur un cliché développé, de deux régions soumises, pendant le même temps, à des éclairements différents, varie avec la marque des plaques et la nature du développement. Gêné par le mauvais temps persistant et n'ayant pu mettre à profit que de rares et courtes éclaircies, j'ai dû me borner à opérer avec une seule marque de plaque. D'autre part, les développements, effectués sur place, par des moyens rudimentaires, dans des cabanes de haute montagne, n'ont pu être conduits avec tout le soin désirable. En conséquence, il n'est pas impossible que les résultats puissent être améliorés en élargissant le champ des expériences.

([1]) Vers le 22 août, il conviendrait de faire l'observation 3 heures environ avant le passage du Soleil au méridien.

3° Pour opérer dans le voisinage du Soleil, il faut abriter l'objectif contre les rayons de l'astre, à l'aide d'un écran opaque; encore doit-on prendre garde à la lumière diffractée par les bords de cet écran. Cette nécessité s'oppose, pour le moment, à la réalisation d'expériences effectuées tout près du disque. Par ciel pur, en haute montagne, en masquant le Soleil avec la main, à longueur de bras, on ne perçoit aucune illumination autour de l'astre. Le fond du ciel, tout près du disque ou à quelques degrés, présente même apparence. Aussi les résultats seraient-ils très sensiblement les mêmes, en opérant tout près du disque ou à quelques degrés, s'il était possible, dans le premier cas, de se débarrasser du rayonnement direct de l'astre sur l'objectif.

4° Les expériences ont été faites, en employant des temps de poses de durées croissantes, le plus long correspondant à une impression du fond du ciel fournissant un ton franchement noir après développement. On est alors certain d'avoir atteint ou traversé la région d'exposition normale de la plaque sensible. Un excès de pose serait sans effet, pour augmenter le contraste et tendrait même à le diminuer, au cas où cette région viendrait à être dépassée (¹).

5° Si au lieu du nombre $2\varepsilon = 3'', 18$, adopté comme diamètre linéaire des images stellaires naissantes, sur la plaque photographique, on prenait une autre valeur $2\varepsilon'$, les conditions de disparition des images, dans le fond impressionné du ciel, ne seraient plus les mêmes. Désignant par M la magnitude limite correspondant à ε, par M' celle correspondant à ε', les relations établies précédemment donnent

$$M' - M = 5 \log \frac{\varepsilon}{\varepsilon'}.$$

La longueur focale F de la lunette, correspondant à ε, doit d'ailleurs être remplacée par $\frac{\varepsilon}{\varepsilon'}F$.

Si $2\varepsilon'$ était égal à $2''$, il en résulterait $M' - M = 1$. On gagnerait une magnitude.

(¹) Au sujet des propriétés de la plaque photographique, voir H. Buisson et Ch. Fabry, *Revue d'optique théorique et instrumentale*, 3, 1924, p. 1 à 27.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les éléments minéraux associés à l'oxyhémoglobine du sang de cheval.* Note de MM. **A. Desgrez** et **J. Meunier.**

Nous avons établi (¹) la présence constante du lithium dans le sérum du sang de cheval, aussi bien que dans le sang total, et mis en évidence une certaine affinité sélective entre les composés minéraux existant dans le sang et l'ensemble des éléments de ce liquide. Une telle question nous semble présenter un intérêt particulier en raison du rôle justement attribué à la minéralisation de l'organisme dans nombre d'états pathologiques. Nous avons cru nécessaire de donner plus de précision aux résultats de nos recherches, en les appliquant à l'oxyhémoglobine et à ses produits de dérivation directe.

Pour éviter l'introduction de substance minérale étrangère, nous avons préparé l'oxyhémoglobine, avec la collaboration de M. Lescœur, en proscrivant l'emploi de tout réactif salin.

Du sang de cheval frais a été défibriné à la manière ordinaire et abandonné à basse température, pour obtenir le dépôt des globules, qui ont été séparés du sérum par décantation et essorage à la centrifuge. La dissolution a été faite ensuite par l'eau à 35°, additionnée de 25 pour 100 d'alcool, puis abandonnée pendant quelques jours à la température de 0° pour obtenir la cristallisation. Les cristaux ont été séparés de l'eau mère et purifiés sur l'entonnoir à vide. Cette opération s'effectue d'autant mieux que la température est plus basse.

Il est à remarquer que les cristaux d'oxyhémoglobine se transforment spontanément, sans que l'apparence en soit beaucoup changée, car quand on reprend la matière pour la faire cristalliser une troisième fois dans le même solvant, une bonne portion demeure insoluble. Au point de vue de leur minéralisation, voici les résultats obtenus, par la méthode spectrographique appliquée à ces produits, dans la flamme de l'hydrogène.

Dans les spectrogrammes, obtenus sur plaques ordinaires, des cristaux d'oxyhémoglobine de première cristallisation, on remarque le potassium, le sodium, le calcium, le fer et des traces de manganèse. La raie double 404 du potassium est dominante et apparaît supérieure à la raie principale du fer 386. Dans l'oxyhémoglobine de deuxième cristallisation, la raie du

---

(¹) *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 608.

potassium est notablement affaiblie et se trouve inférieure même à la dernière raie du fer, tandis que le calcium persiste sans subir d'atténuation sensible.

A partir de la deuxième cristallisation, il n'est plus possible, pratiquement, d'obtenir de nouveaux cristaux, aussi faut-il modifier ce procédé pour discriminer la portion soluble dans l'eau de celle qui ne l'est pas.

Nous y sommes parvenus en délayant la matière avec un peu d'eau et triturant au mortier, de façon à faire une bouillie qui est reprise par de l'eau pure. Pour dissoudre les grumeaux, il est indispensable de les écraser sur la paroi du mortier. La solution obtenue de la sorte est brune et très foncée; on la passe à la centrifuge pour en séparer les flocons insolubles.

a. Portion insoluble dans l'eau. — Sa couleur est celle de l'hématite, elle est colloïdale et, quand on la dessèche au bain-marie, elle devient gélatineuse ou même tendineuse, puis prend un aspect noir et luisant. Elle est dure à broyer et éclate sous le pilon.

C'est cette portion insoluble qui retient le lithium. Les spectrogrammes sur plaque sensibilisée au pinacyanol montrent, en effet, la raie 670, caractéristique de cet élément, qui devient de plus en plus intense à mesure que les broyages et les reprises par l'eau se multiplient, tandis que la raie du calcium s'affaiblit puis disparaît totalement. Le potassium avait été déjà complètement éliminé.

Nos derniers spectrogrammes ont manifesté une raie du lithium très forte, celle du sodium, et quelques raies du fer. La matière a donné 1,35 pour 100 de cendres ferrugineuses.

b. Portion soluble dans l'eau. — La solution filtrée, traitée par l'alcool, précipite des flocons rouge carmin que l'on purifie par centrifugation et lavage à l'alcool.

C'est la portion qui fixe le calcium et qui est complètement exempte de lithium. L'intensité de la raie du calcium étant du même ordre que celle de la raie principale du fer, il s'ensuit que la proportion de calcium est 4 pour 100 environ de celle du fer.

Sur le spectrogramme, la raie du sodium est beaucoup plus réduite que dans les autres cas et doit être attribuée, pour la plus grande partie du moins, aux poussières de l'air.

On voit donc que, par dessiccation de l'hémoglobine pure à l'air et reprise par l'eau, nous sommes arrivés à séparer deux formes de pigment, l'une insoluble dans l'eau et retenant tout le lithium, l'autre soluble et précipitable par l'alcool, retenant le calcium.

On constate que la proportion de fer (0,28 à 0,30 pour 100) ne varie pas sensiblement dans ces divers produits.

Conclusions. — A la suite d'une première cristallisation, l'hémoglobine se présente avec les métaux suivants fixés sur sa molécule : potassium, sodium, calcium, lithium (révélé sur plaque au pinacyanol) et traces infimes de manganèse ; le spectre indique une prépondérance marquée du potassium. Une seconde cristallisation affaiblit la proportion de ce dernier élément, sans variation sensible du calcium. La dessiccation à l'air du produit de seconde cristallisation transforme le pigment en deux formes, l'une soluble, exempte de lithium, retenant le calcium, l'autre insoluble, ayant fixé sensiblement tout le lithium ; le potassium ne reparaît dans aucune de ces deux portions.

Ces divers résultats mettent en évidence le rôle du pigment sanguin, comme vecteur des éléments métalliques, pour lesquels il manifeste ainsi une affinité puissante, mais variable avec chacun d'eux.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sensibilité au sérum humain normal des Trypanosomes d'origine humaine.* Note de M. **Félix Mesnil.**

Les trypanosomes pathogènes pour les mammifères (autres que l'homme) sont sensibles *in vivo* au sérum humain normal qui est doué de propriétés préventives et curatives (Laveran et Mesnil) ; on a pensé qu'il y avait corrélation entre cette curieuse propriété et la résistance de l'homme à ces trypanosomes. Le sérum des cynocéphales, singes réfractaires à tous les trypanosomes de mammifères, homme compris, possède des propriétés semblables vis-à-vis de tous ces trypanosomes (Laveran, Mesnil et Lebœuf), ce qui corroborerait l'hypothèse précédente. Il faut pourtant remarquer que des races de trypanosomes rendus résistants à ces divers sérums n'ont pu infecter ni les cynocéphales (Mesnil et Lebœuf), ni l'homme (Gollier).

Le *Tr. gambiense*, agent général de la trypanosomiase humaine africaine, gardé depuis un certain temps sur animaux de laboratoire, est réfractaire au sérum humain (Laveran). En revanche, le *Tr. rhodesiense*, agent d'une forme spéciale de trypanosomiase humaine, s'est montré, 1 à 2 ans au plus après son isolement de l'homme (il n'a pas été étudié plus tôt à ce point de vue), aussi sensible au sérum humain que le trypanosome du nagana (Mesnil et Ringenbach).

Des recherches ultérieures ont montré qu'un *Tr. gambiense* pouvait acquérir tardivement (7 ans après avoir été isolé de l'homme), une certaine

sensibilité au sérum humain, d'abord assez inconstante, puis plus régulière ([1]).

De même le *Tr. lanfranchii*, isolé d'un cas humain d'infection de laboratoire (par le trypanosome du surra, semble-t-il), s'est montré, après deux ans, sensible au sérum humain ([2]).

A ces exemples, s'oppose celui d'un *Tr. gambiense*, gardé par Laveran au laboratoire et qui, après 12 ans, était encore réfractaire au sérum humain. A la vérité, Laveran, qui opérait sur le cobaye, n'employait que de petites doses de sérum (0,5 et 1$^{cm^3}$) ([3]).

En raison de l'intérêt de ces constatations, nous avons pensé qu'il y avait lieu de suivre des trypanosomes humains d'autres origines pour voir si une sensibilité au sérum humain apparaîtrait et à quel moment à partir de leur isolement de l'homme.

En juin 1920, le Dr A. Pettit mettait à notre disposition un *Tr. gambiense* qu'il avait isolé le 23 janvier 1920 du sang d'un malade soigné à l'hôpital Pasteur par les Drs L. Martin et Darré. Au début, ce trypanosom n'était virulent que pour le cobaye et c'est sur cet animal que, jusqu'à cette année, il a été gardé et que nous avons fait nos premières expériences. En 1925, nous avons pu expérimenter aussi sur la souris. Nous nous sommes contenté de rechercher le pouvoir préventif du sérum humain ([4]) (inoculation de trypanosomes mélangés au sérum).

Le 20 novembre 1920, du sérum humain, prélevé 48 heures auparavant, n'a pas amené, même à la dose de 3$^{cm^3}$, de changement significatif dans l'incubation, toujours un peu irrégulière chez le cobaye.

Le 2 mars 1921, un cobaye, qui a reçu 4$^{cm^3}$ de sérum de 48 heures, ne s'est infecté qu'après une incubation de 22 jours (incubation de 5 à 10 jours chez les témoins); mais ce cobaye est mort sans retard, et, chez un autre cobaye, qui avait reçu 3$^{cm^3}$ de sérum, l'incubation n'a été que de 12 jours.

Le 14 avril 1921, résultats de même ordre : un cobaye, qui a reçu 5$^{cm^3}$ de sérum de 3 jours, a une incubation plus longue (22 jours au lieu de 13) que les autres et en particulier un cobaye qui a pourtant reçu 3$^{cm^3}$,5.

Le 30 mars 1922, tous les cobayes, qu'ils aient reçu ou non du sérum humain de 3 jours, se comportent de la même façon.

Il en est de même des cobayes de l'expérience du 10 mai 1923.

([1]) Mesnil et Ringenbach, *Comptes rendus*, **155**, 1912, p. 178.

([2]) Mesnil et Blanchard, *Bull. Soc. Path. exot.*, 9, 1916, p. 81.

([3]) Laveran, *Bull. Soc. Path. exot.*, 8, 21 juillet 1915, p. 442

([4]) Ce sérum provient des saignées faites à l'Institut Pasteur pour le Wassermann.

En 1924, la virulence des trypanosomes pour le cobaye avait tellement baissé que nous n'avons pu faire d'expérience démonstrative et le virus a même failli être perdu. Ce n'est que cette année (1925) que les expériences ont pu être reprises, et cette fois, simultanément, sur le cobaye et la souris.

Le 6 mai, du sérum de 2 jours a protégé complètement la souris à la dose de $0^{cm^3},25$ (la souris qui a reçu $0^{cm^3},75$ de sérum chauffé au-dessus de 60° est morte en 8 jours et demi, le témoin en 5 jours et demi).

Le 10 juin, du sérum de 2 jours, essayé à dose encore plus faible ($0^{cm^3},1$), a amené une survie complète de la souris.

Dans ces deux séries, les cobayes ont succombé à des maladies intercurrentes : il faut pourtant noter que, dans chaque série, les témoins ont montré des trypanosomes.

Le 28 octobre, du sérum de 2 jours, aux doses de 2^{cm^3} et 3^{cm^3}, a protégé des cobayes de 450^g à 500^g (alors que le témoin présentait des trypanosomes déjà 5 jours après l'inoculation). Le même sérum a protégé une souris de 14^g à la dose de $0^{cm^3},1$.

Le 12 novembre, du sérum de 3 jours, à la dose de 2^{cm^3}, n'a déterminé qu'un retard de 10 jours dans l'incubation chez un cobaye de 350^g, et il a fallu $0^{cm^3},5$ pour assurer la survie définitive d'une souris de 24^g.

Enfin, le 10 décembre, dans une expérience qui n'a porté que sur des souris, la dose de $0^{cm^3},5$ (sérum de 3 jours) n'a amené qu'un retard de 4-5 jours dans l'incubation et la mort de l'animal.

L'expérience est poursuivie. Mais il nous semble qu'elle prouve déjà qu'une propriété nouvelle est apparue. Elle n'était pas manifeste au cours de la 4e année. Dans la 6e année, la sensibilité au sérum humain s'est révélée aussi bien chez le cobaye que chez la souris. Nos expériences multipliées en font foi ; elles semblent indiquer aussi des variations de cette sensibilité qui, en novembre et en décembre, a paru en baisse par rapport aux mois précédents. Ce résultat ne saurait nous surprendre étant donné ce que nous avons observé autrefois avec notre ancien *Tr. gambiense ;* mais il peut tenir aussi tout simplement à ce que, pour ces dernières séries, le sérum humain avait 3 jours de date, au lieu de 2 jours.

En rapprochant tous les résultats obtenus avec les trypanosomes divers d'origine humaine, on arrive à cette conclusion générale que, plus ou moins tôt, suivant les origines, ces trypanosomes, gardés sur animaux de laboratoire, deviennent sensibles au sérum humain. Il y a variation, d'apparence spontanée, de micro-organismes, et nous continuons à croire (1) qu'il faut voir là un retour à un état ancestral, alors que ces trypanosomes n'étaient pas infectants pour l'homme.

---

(1) MESNIL, *C. R. Soc. Biol.*, 77, 1914, p. 564.

Le *Tr. rhodesiense*, qui apparaît vite sensible au sérum humain, le *Tr. lanfranchii*, qui l'est au bout de deux ans environ, seraient d'adaptation plus récente à l'homme que le *Tr. gambiense*, dont la sensibilité au sérum humain met des années à apparaître. Pour ce qui concerne en particulier le *Tr. rhodesiense*, nous devons reconnaître que ces faits sont en faveur d'une adaptation fortuite à l'homme du trypanosome du nagana ; il serait bien intéressant d'en découvrir le déterminisme.

RAYONS X. — *Réflexion totale et variation de l'indice de réfraction des radiations X au voisinage d'une discontinuité d'absorption du miroir.* Note de MM. **Maurice de Broglie** et **Jean Thibaud**.

L'étude récente de la réflexion et de la réfraction [1] des rayons X a montré que l'indice de réfraction μ de ces radiations dans diverses substances, indice inférieur à l'unité ($\mu = 1 - \delta$), correspondait à celui que l'on peut calculer par la théorie de Drude de la dispersion des ondes électromagnétiques. On trouve pour la longueur d'onde λ $\left(\text{fréquence } \nu = \frac{c}{\lambda}\right)$:

$$\delta = \frac{e^2}{2\pi c^2 m} \sum_{i=\mathrm{K,L,M}} \frac{\mathrm{N}_i}{\nu^2 - \nu_i^2}, \tag{1}$$

ν_i et N_i étant respectivement la fréquence et le nombre d'électrons de la discontinuité i des atomes constituant la substance.

Nous avons repris l'étude de la réflexion totale des rayons X, qui, comme le prévoit la théorie, ne se produit que pour des angles d'incidence θ très rasants, de l'ordre de quelques minutes, inférieurs à l'angle limite θ_m de réflexion totale :

$$\theta_m = \sqrt{2\delta}. \tag{2}$$

Les radiations utilisées étaient les raies $\mathrm{K}\alpha$ émises par des anticathodes de tungstène, de molybdène et de cuivre se réfléchissant sur des miroirs d'aluminium, de verre, de cuivre, d'argent, d'or, de platine et de plomb, disposés sur un grand banc d'optique muni de fentes collimatrices très fines et de goniomètres précis. L'enregistrement de la tache réfléchie se faisait photographiquement.

On obtient rapidement une mesure de l'angle de réflexion totale limite θ_m

---

[1] Siegbahn, *Journal de Physique*, 6, 1925, p. 288.

et par suite de l'indice

$$\mu = 1 - \delta = 1 - \frac{\theta_m^2}{2}$$

en entraînant le miroir réflecteur dans un mouvement de rotation régulier à partir de l'angle $\theta = 0$. La tache continue due au déplacement du rayon réfléchi sur la plaque photographique est limitée brusquement lorsque la réflexion totale cesse pour $\theta = \theta_m$.

Les valeurs ainsi mesurées pour l'indice μ des diverses longueurs d'onde étudiées dans les substances précédentes concordent, aux erreurs expérimentales près, avec celles calculées par la formule (1), confirmant la très petite valeur de δ (δ = ordre de 10^{-6}).

La même formule (1) permet de prévoir un accroissement sensible de δ lorsque la fréquence ν qui éclaire le miroir se rapproche de la fréquence ν_i de l'une des discontinuités des atomes de ce dernier. Ce fait a été très bien vérifié avec la radiation $K\alpha$ du cuivre ($\lambda = 1,538$ Å), dont le δ passe de $\delta = 8 \times 10^{-6}$, lorsqu'elle se réfléchit sur un miroir de verre, à $\delta = 35 \times 10^{-6}$ lorsque le miroir réflecteur est lui-même en cuivre (discontinuité K du cuivre : $\lambda_k = 1,3978$ Å).

Ainsi les propriétés optiques des rayons X se trouvent identiques à celles de la lumière ordinaire et se plient aux mêmes lois : ceci accuse le caractère *ondulatoire* des radiations X, tandis que leur phénomène photo-électrique montre leur aspect opposé, *corpusculaire* ou quantique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles synthèses de l'isomaltose et du gentiobose.* Note de MM. **Amé Pictet** et **Alfred Georg**.

Les deux disaccharides qui font l'objet de cette Note ont déjà été préparés artificiellement. Emile Fischer a obtenu l'isomaltose en traitant le glucose par l'acide chlorhydrique concentré, et Bourquelot, après avoir retiré le gentiobose du trisaccharide naturel le gentianose, l'a reproduit, par sa méthode biochimique, en faisant agir l'émulsine sur une solution aqueuse de glucose.

Nous avons observé deux nouveaux cas de formation synthétique de ces mêmes sucres.

L'un de nous a montré (1) que la *lévoglucosane* se polymérise facilement

(1) *Comptes rendus*, **174**, 1922, p. 1113.

lorsqu'on la chauffe dans le vide avec un peu de chlorure de zinc, et qu'elle se convertit en *dilévoglucosane* $(C^6H^{10}O^5)^2$. Or nous avons pu constater que cette dilévoglucosane est un anhydride de l'isomaltose; elle fournit, en effet, ce disaccharide par fixation d'une molécule d'eau, ainsi que cela ressort des deux expériences suivantes :

1. Pour réaliser cette hydrolyse partielle de la dilévoglucosane, nous avons eu recours à une méthode qui nous avait déjà donné de bons résultats dans d'autres cas, et qui consiste à dissoudre la substance dans un peu d'acide chlorhydrique concentré et à abandonner la solution à elle-même pendant plusieurs heures à la température ordinaire. On éloigne ensuite la plus grande partie de l'acide en excès par le vide en présence de potasse, on redissout le résidu dans l'eau et l'on agite la solution avec du carbonate d'argent. Le liquide filtré, puis évaporé au bain-marie, laisse un résidu que nous avons reconnu être un mélange de glucose et d'un autre sucre. Après nous être débarrassés du glucose par fermentation, nous avons obtenu un disaccharide réducteur, que nous avons pu identifier, à l'aide de son osazone, avec l'*isomaltose :*

Point de fusion de notre osazone	152-153°
» » de l'osazone de l'isomaltose préparé par le procédé de Fischer	152-153°
» » de leur mélange	152-153°

2. Cette première expérience tendait à faire regarder l'isomaltose comme le produit direct de l'hydrolyse de la dilévoglucosane; mais elle se prêtait aussi à une autre interprétation. On pouvait supposer en effet que l'hydrolyse eût été complète, avec formation du seul glucose, et que celui-ci se fût transformé ensuite en isomaltose sous l'influence de l'acide chlorhydrique. La relation entre la lévoglucosane et l'isomaltose n'aurait été dès lors qu'apparente.

Pour répondre à cette objection, nous avons procédé à une seconde expérience, consistant à mélanger la dilévoglucosane avec du bromure d'acétyle et à laisser reposer le mélange jusqu'à dissolution complète. On verse alors la solution sur de la glace; il se dépose une poudre blanche que, par analogie avec ce que donnent d'autres sucres dans les mêmes conditions, on doit considérer comme étant l'octacétate d'une bromhydrine de l'isomaltose. Sans l'étudier de plus près, nous l'avons saponifiée par la baryte; ce traitement devait avoir pour effet d'éliminer tous les groupes acétyle et de remplacer en même temps le brome par un oxhydryle. Comme produit

final de l'opération, nous avons obtenu de nouveau l'isomaltose de Fischer, que nous avons pu caractériser, comme dans le cas précédent, par les propriétés de son osazone.

Cette synthèse de l'isomaltose, avec la lévoglucosane comme point de départ, pourra sans doute jeter quelque lumière sur la constitution de ce disaccharide.

Afin de pouvoir comparer notre isomaltose avec celui de Fischer, nous avions préparé une certaine quantité de ce dernier, en suivant exactement les prescriptions de l'auteur. En acétylant ensuite cet isomaltose au moyen de l'anhydride acétique et de l'acétate de soude, nous nous sommes trouvés en présence de deux produits différents, faciles à séparer par cristallisation. L'un, de beaucoup le plus abondant, ayant régénéré l'isomaltose par saponification, ne pouvait être qu'un acétate, non encore décrit, de ce sucre. L'autre, dont la proportion n'excédait pas 3 pour 100 du mélange, se présentait sous la forme de fines aiguilles incolores, fusibles à 195°. Or ce point de fusion est celui qui est attribué par Zemplen [1] au β-octacétate de gentiobose. Nous nous sommes empressés de le saponifier par la baryte. Cette opération nous a fourni un disaccharide réducteur, fort différent de l'isomaltose. Malheureusement la faible quantité que nous en avons eue jusqu'ici entre les mains ne nous a pas permis de le caractériser autrement que par son osazone. Celle-ci, qui est soluble dans l'eau chaude, s'y dépose par refroidissement en fines aiguilles jaune pâle, fusibles à 164°. Étant en possession d'un échantillon de gentiobose qui nous avait été aimablement fourni autrefois par M. Bourquelot, nous en avons préparé l'osazone. Elle a montré un aspect absolument identique à la nôtre, mais, étant probablement un peu plus pure, un point de fusion légèrement supérieur (168°). Toutefois, le mélange des deux substances ayant montré un point de fusion intermédiaire (165°), nous croyons pouvoir les regarder comme identiques.

Et nous basant sur cette identité des osazones et sur celle des acétates, nous estimons être en droit d'en conclure que, dans la préparation de l'isomaltose par condensation du glucose selon le procédé de Fischer, il se forme une petite quantité de *gentiobiose*. Ce mode d'obtention réalise la première synthèse de ce disaccharide par voie purement chimique.

---

(1) *Berichte der deutschen chem. Gesellschaft*, **48**, 1915, p. 233.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Contribution à l'étude de la matière fulminante : I. Les hétérogénéités thermiques.* Note [1] de M. E. MATHIAS.

1. Pour expliquer que certains éclairs sphériques explosent avec un bruit terrible, d'autres disparaissant silencieusement, nous avons supposé des couches sphériques isothermes et concentriques dont la température décroît d'une manière continue du centre à la périphérie, lentement pour les grosses sphères, rapidement pour les petites. Alors les gros globes doivent nécessairement éclater à un certain moment, les petits finissant en nuages d'étincelles, sans bruit sensible.

Or certains gros globes disparaissent sans bruit; d'autres fois, ils ont des éclatements partiels, plusieurs fois répétés, au cours desquels ils expulsent de leur sein, avec une très grande vitesse, des masses variables de matière incandescente. La persistance des impressions lumineuses sur la rétine donne à ces projections l'apparence de *fusées* ou d'*éclairs*, le contact des matières lancées avec les corps vivants (hommes ou animaux) donnant des secousses électriques d'intensité variée allant de l'électrocution à la secousse bénigne.

Enfin certains globes ont un appendice caudal de forme variée, lumineux ou non, simple ou multiple.

La réalité est donc plus compliquée que ne le faisait prévoir la théorie simpliste précédente. Cela tient à ce que l'hypothèse de l'homogénéité du *reste d'éclair* est habituellement très éloignée de la vérité.

2. Appelons *matière fulminante* la substance encore inconnue qui forme le reste d'éclair et *foudre* toute agglomération de matière fulminante. Nous allons étudier les propriétés de celle-ci lorsqu'elle affecte la forme sphérique et essayer de montrer que, *lorsqu'elle est pure, elle jouit toujours, toutes choses égales d'ailleurs, des mêmes propriétés, et se retrouve la même à toutes les époques.*

Montrons d'abord que le mode même de génération de ces foudres conduit à une grande hétérogénéité dans les températures des divers points de la masse incandescente.

Partons d'un éclair fulgurant linéaire créant beaucoup de matière fulminante. Celle-ci est à l'état liquide, les liquides comme les solides devenant éblouissants quand la température s'élève suffisamment, tandis que les gaz,

[1] Séance du 7 décembre 1925.

dans les mêmes conditions, restent peu lumineux. Sa forme, toute en surface, et sa température initiale élevée déterminent aussitôt un refroidissement énorme; *son volume diminue* parce que sa température s'abaisse constamment, et *sa forme change* parce que, sa tension superficielle augmentant toujours, sa surface libre est une surface rétractile tendant vers l'aire minima.

Les éléments de la surface libre rentrant à l'intérieur de la matière fulminante, celle-ci devient hétérogène comme résultant du mélange de particules intérieures très chaudes avec des particules plus ou moins extérieures refroidies à des degrés divers.

3. La matière fulminante, combinaison d'éléments de l'air, est un *électrolyte*, particulièrement quand elle a dissous dans l'air des impuretés; sa conductibilité, calorifique ou électrique, doit donc suivre une loi inverse de la conductibilité métallique, c'est-à-dire être *une fonction croissante de la température*. La matière fulminante incandescente est donc conductrice de la chaleur, et d'autant plus que la température est plus élevée. Comment, dès lors, parler d'*hétérogénéités thermiques* dans l'intérieur de la matière fulminante si les parties froides se réchauffent au contact des parties chaudes?

Pour les *foudres à forme plate*, l'hétérogénéité de la matière est visible par transparence [1]. Pour les formes épaisses, l'hétérogénéité de la surface extérieure sera démontrée dans la *Note* suivante.

Pour l'instant, remarquons deux points :

1° Lorsque les parties froides venues de l'extérieur dans l'intérieur demeurent voisines de la surface libre, l'intensité du rayonnement extérieur empêche l'uniformisation de la température sur les surfaces sphériques concentriques.

2° Lorsque les parties extérieures (ou même intérieures) sont parvenues à une température suffisamment basse, elles commencent à se décomposer, d'abord lentement, puis de plus en plus vite, jusqu'à ce que cette décomposition donne lieu à des secousses telles que l'équilibre des parties moins froides ne soit plus possible. Alors tout explose.

Il faut admettre, à l'exemple de certaines poudres, que la matière fulmi-

---

(1) C'est le cas de la *foudre en forme de cœur* qui, le 29 juin 1903, à Rome, vint à plusieurs reprises bourdonner aux oreilles de Mme G. Barigioni Pereira-Santiago. Elle était longue d'environ 22cm et large un peu moins, amincie au bout et quelque peu renflée au milieu, rouge et épaisse comme une langue d'un gros animal; au centre, on voyait un *nucleus*, comme le noyau d'une pêche. [Ignazio Galli, *Della protezione offerta dai parafulmini*, p. 44 (Estratto dalle *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, 26, 1908)].

nante qui, par refroidissement extérieur, a commencé à se décomposer, en rentrant dans l'intérieur où elle se réchauffe *ne retrouve plus sa stabilité première*. S'il en est ainsi, l'hétérogénéité de la matière fulminante à l'intérieur même de la masse incandescente est une réalité.

4. La matière fulminante, supposée pure en tous ses points, est considérée comme homogène si elle est formée de couches sphériques concentriques isothermes, la température diminuant d'une façon continue du centre à la périphérie. Toute exception à cette règle est une *hétérogénéité thermique*. Celles dont il est question ici sont produites par des masses plus froides que les couches sphériques isothermes et concentriques qu'elles rencontrent.

On peut faire plusieurs hypothèses simples sur la loi de répartition de ces masses froides. Imaginons d'abord le cas d'un *amas cylindrique ou conique de révolution autour d'un rayon, cet amas aboutissant à la surface extérieure*.

Ces derniers points, étant plus froids que le reste de la surface, sont, à partir d'un certain moment, le siège d'une décomposition qui va en s'accélérant. Par réaction, la poussée sur l'air détermine un mouvement de translation de sens opposé. Selon l'intensité de la décomposition, on aura une projection d'étincelles ou une traînée formant *appendice caudal rectiligne* dans le cas d'une translation, formant *appendice caudal sinueux* si cette translation s'accompagne d'un peu de *libration* de la sphère autour de son centre, provenant de ce que la poussée, à cause même de l'hétérogénéité de l'amas, au lieu de passer toujours par le centre, passe légèrement à côté, tantôt à droite et tantôt à gauche.

Si la décomposition de la matière est très abondante, l'élévation de la température résultant peut enflammer la matière décomposée, l'appendice caudal devenant une flamme droite ou ondulée suivant les cas.

Si l'on imagine la matière froide répartie en amas plus ou moins volumineux dans l'intérieur même de la matière fulminante, de telle sorte que les gaz résultant de la décomposition n'aient pas de dégagement ou n'aient qu'un dégagement insuffisant, il en résultera, à un certain moment, l'explosion de la foudre sphérique et, soit la séparation du globe en deux ou plusieurs morceaux, soit l'éparpillement de la substance sous forme d'un *bouquet de fusées* qui s'évanouit dans un nuage d'étincelles.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les bromuques des* Antithamnion *Naeg.* Note de M. C. SAUVAGEAU.

Dans une Note récente [1], j'ai indiqué la présence du brome libre dans les ampoules incolores et réfringentes de l'*Antithamnionella sarniensis* Lyle et, par analogie, avec les *ioduques* renfermant de l'iode libre chez d'autres Floridées [2], j'ai proposé d'appeler ces organes des *bromuques*. J'ai conservé vivante à Bordeaux, durant quelques jours dans une assiette remplie d'eau de mer, cette petite plante expédiée de Cherbourg. Mais après une absence d'une semaine, je la retrouvai presque entièrement morte; quelques rares cellules avaient conservé leurs chromatophores intacts; parmi les autres, celles qui n'avaient pas verdi devaient leur teinte rose à la phycoérythrine répandue dans le suc cellulaire. Néanmoins, les bromuques étaient restés intacts et la fluorescéine leur donnait la belle teinte rose de l'éosine, comme sur la plante vivante.

Les bromuques de l'*Antithamnionella* se conservant intacts sur des plantes mortes, j'ai pensé, ce qui *a priori* paraissait absurde, à rechercher le brome sur des échantillons d'herbier d'*Antithamnion*. Leurs bromuques, en effet, rougissent par la fluorescéine légèrement ammoniacale, dissoute dans l'eau distillée ou dans l'eau de mer, aussi rapidement, et avec autant d'intensité, que si la plante était vivante et je conserve des préparations montées dans la glycérine sans que la teinte rouge des bromuques se soit atténuée.

J'obtins ce résultat avec les espèces suivantes, prises dans ma collection personnelle : *Ant. Plumula* Thur. (Helgoland, Kuckuck leg. 24 août 1897; Ile Minorque, Rodriguez leg. 22 juillet 1890), *A. refractum* Thur. (Saint-Malo, Bornet leg. 25 juillet 1872), *A. boreale*, Kjellm. (Harpswell, Maine, États-Unis, F. Collins leg. 6 juillet 1906), *A. Pylaisœi* Kjellm. (Loppen, Norvège arctique, Foslie leg. 12 juin 1897), *A. Butleriœ* Coll. (A. Vickers leg. 25 avril 1899, Algues de la Barbade, n° 196). Ces divers échantillons récoltés dans des contrées très éloignées les unes des autres suffisent à démontrer la généralité du phénomène. Les bromuques étaient notablement moins nombreux sur l'exemplaire d'*A. Plumula* récolté à Minorque

[1] *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 841.

[2] *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1887, et 181, 1925, p. 263.

que sur celui d'Helgoland, dont les ramules en présentaient si régulièrement qu'une branche primaire, longue de 1^{mm}, en offrait plus de cent, ce qui témoigne une remarquable aptitude de cette espèce à capter le brome de l'eau de mer; en outre, divers bromuques de cet échantillon, écrasés pendant la préparation pour l'herbier, avaient laissé échapper leur contenu en nappe informe, transparente, accolée aux filaments, dont la fluorescéine décélait la présence. Les bromuques de l'*A. Butleriæ* se sont colorés plus lentement que ceux des autres espèces. Petersen et Kylin ayant signalé des *Blasenzellen* chez le *Ceramium tenuissimum* Ag., j'en ai examiné trois exemplaires d'herbier, d'origine différente, mais sans y voir de bromuques ni obtenir de coloration par la fluorescéine.

Le grand nombre des bromuques de l'*A. Plumula* d'Helgoland m'a permis de réaliser une expérience que je n'avais pu réussir avec l'*Antithamnionella*, dont les bromuques sont trop dispersés. En croisant, dans une préparation, plusieurs filaments de la plante d'Helgoland, j'ai obtenu des bromuques assez rapprochés les uns des autres pour pouvoir en faire, sous l'objectif à immersion, l'analyse au microspectroscope; la comparaison s'effectuait avec une éosine obtenue, quelques instants avant, à l'aide de la même solution de fluorescéine. Celle-ci donnait une bande noire très nette dans le bleu; la préparation d'*A. Plumula* fournit une bande noire de même situation, mais à bords estompés.

Les *Blasenzellen* ou *gland-cells* des *Antithamnion*, qui ont maintes fois exercé la sagacité des chercheurs, sont donc des organes accumulateurs de brome, comme ceux de l'*Antithamnionella sarniensis*. Le rapide éclatement des bromuqnes de ce dernier, sous l'action de l'eau distillée, y indique la présence d'une substance très avide d'eau ([1]).

Une autre substance, et celle-ci dominante et réfringente, insoluble dans l'eau, maintient et retient sans doute le brome à l'état de dissolution. Mon collègue, le chimiste Denigès, que j'ai consulté à ce sujet, me suggère qu'elle pourrait bien être un hydrocarbure dissolvant le brome sans être attaqué par

---

([1]) Les auteurs attribuent à une matière albuminoïde la propriété des bromuques de rougir par le réactif de Millon; ce pourrait être aussi une substance à fonction phénolique, superposée à la matière réfringente. Sur la plante sèche d'Helgoland, traitée par le réactif de Millon, les bromuques rougissent, mais je n'ai pas vu se colorer les nappes transparentes provenant de l'éclatement de quelques-uns, comme si elles étaient privées de la matière colorable, qui est peut-être la substance avide d'eau. Mais ce serait à revoir sur la plante fraîche.

lui (à la température ordinaire) tel que le benzène et les corps voisins, les carbures saturés C^nH^{2n+2}, etc. (1).

Si l'on saisit mal comment un corps aussi toxique que le brome peut s'accumuler dans les cellules, on ne conçoit guère mieux comment, malgré sa grande volatilité, on le retrouve dans des plantes séchées depuis longtemps. D'ailleurs, la question des bromuques, comme celle des ioduques, est seulement posée; elle soulève de nombreux problèmes dont l'étude ne pourrait être entreprise que sur le vivant, et la saison actuelle n'est pas favorable.

Dans un Mémoire qui vient de paraître sur les Floridées renfermant de l'iode à l'état libre (2), je suppose que les *Blasenzellen* des *Antithamnion* et *Antithamnionella* pourraient bien être des ioduques, tandis que ce sont des bromuques. Ceci n'infirme en rien les conclusions que j'en tirais quant à leur distribution géographique et à leurs migrations.

M. **Béhal**, présentant le Tome II de la *Correspondance de* **Charles Gerhardt**, s'exprime en ses termes :

Tandis que le Tome I paru en 1918 était consacré aux échanges de lettres entre Laurent et Gerhardt, le Tome II qui vient de paraître comprend la correspondance échangée entre Gerhardt et les principaux chimistes français, Cahours, Chancel, Dumas, Malaguti, Wurtz, etc. Chacune de ces correspondances est précédée de Notices consacrées par M. Tiffeneau à la biographie des divers correspondants et à l'exposé de leurs relations avec Gerhardt.

Les lettres les plus importantes sont celles adressées à Dumas et Cahours, concernant la réforme des poids atomiques. Elles précèdent de quelques mois la célèbre communication faite sur ce sujet par Gerhardt à l'Académie des Sciences le 5 septembre 1842.

C'est de cette séance mémorable que datent à la fois les poids atomiques modernes (sauf ceux des métaux bivalents dus à Cannizaro) et la notation atomique actuelle. Berzelius avait bien fondé depuis 1813 la notation sym-

(1) Après quelques minutes d'action du chloroforme ou de l'éther sur des fragments de l'*A. Plumula* d'Helgoland, étalés sur un porte-objet, le contenu réfringent des bromuques n'était pas dissous et conservait la propriété de rougir par la fluorescéine.

(2) *Bull. Station biologique d'Arcachon*, 22, 1925, p. 32.

bolique, depuis lors en usage, mais la conception dualiste l'avait amené à admettre la présence de l'eau dans les acides monobasiques, ce qui conduisait à écrire l'acide azotique $N^2O^5H^2O$, soit $N^2O^6H^2$, et l'acide trichloracétique $C^4Cl^6O^3H^2O$, soit $C^4Cl^6H^2O^4$ et par voie de conséquence à doubler la plupart des formules organiques.

Par sa réforme des poids atomiques et des grandeurs moléculaires toutes amenées à une même unité de volume (conception purement chimique de la loi d'Avogadro), Gerhardt put parvenir à imposer la notation d'atome et de molécule qui fut définitivement adoptée par le *Congrès de Carlsruhe* en 1860.

Outre leur intérêt épisodique, les autres lettres publiées dans le Tome II contiennent des renseignements précieux sur d'autres découvertes importantes, celle des anhydrides d'acides et celle concernant le problème de l'éthérification étudié par Williamson et Chancel.

Toutes ces lettres intéresseront certainement les chimistes qui s'occupent de l'histoire de la chimie et plus particulièrement de la chimie française.

M. Costantin présente à l'Académie le 6e fascicule du Tome II du *Cours de Botanique* de **Bonnier** et **Leclerc du Sablon**. Cet ouvrage classique, qui avait été interrompu d'abord par la guerre, puis par la mort de M. Bonnier, a été continué, pour la partie physiologique, avec la collaboration de M. Cerighelli. Il ne reste plus que deux fascicules à paraître, qui seront publiés sous peu, pour achever ce Traité si important pour les étudiants.

M. Émile Borel s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de deux volumes renfermant les années 1923 et 1924 de la revue bibliographique *Vient de Paraître* et *Revue du Mois* (Crès, éditeur). On y trouvera des articles d'un grand nombre de nos confrères accompagnés de leur portrait :

En 1923, Gaston Bonnier (Notice nécrologique par Émile Borel), Louis Gentil, Gabriel Bertrand, Marin Molliard, Jean Perrin, G. Bigourdan.

En 1924, Paul Painlevé, Pierre Curie, A. Cotton, Maurice de Broglie, A. Desgrez, Ch. Rabut, E.-L. Bouvier.

On y trouvera également des articles ou des notes biographiques accompagnées de portraits, sur nos confrères de l'Institut : Paul Valéry, Pierre Loti, Maurice Barrès, A. Meillet, Édouard Estaunié.

Il m'a semblé utile, poursuivant le même but que j'avais cherché à atteindre par la création de la *Revue du Mois*, de donner une place dans cette Revue à la bibliographie scientifique et aux questions générales de science pure et appliquée. Je remercie tous ceux de nos confrères qui ont bien voulu m'aider de leur collaboration.

CORRESPONDANCE.

M. **H. Kamerlingh Onnes**, élu Associé étranger, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Agriculture** invite l'Académie à lui désigner ceux de ses Membres qui devront occuper, dans le Conseil d'administration de l'*Institut des Recherches agronomiques*, les places vacantes par le décès de M. *L. Maquenne* et par l'expiration des pouvoirs de MM. *E. Roux*, *A.-Th. Schlœsing*, *Leclainche*, *Pierre Viala*, *Lindet*.

MM. **A. Henry** et **Ch. Leblois** adressent un Rapport sur l'emploi qu'ils ont fait des subventions accordées sur la *Fondation Loutreuil* en 1922 et 1924.

M. **Paul Helbronner** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place d'Académicien libre, vacante par le décès de M. *Eug. Tisserand*.

M[lles] **France Gueylard**, **Piera Locatelli**, **Henriette Rougebief**, MM. **Émile André**, **Eugène Antoniadi**, **Fernand Baldet**, **Philippe Bellocq**, **Léon Bérard**, **Léonce Bert**, **Jules Beyne**, **Désiré Bois**, **Georges Bouligand**, **François Bourion**, **Léon Bultingaire**, **Paul Caubet**, **Maurice Caullery**, **Henri Chermezon**, **Robert Courrier**, **André Danjon**, **Eugène Darmois**, **Georges Déjardin**, **Marcel Denis**, **Arnaud Denjoy**, **André Donatien**, **Roger Douris**, **Jules Drach**, **Georges Dubois**, **Charles Dufraisse**, **André Finot**,

Georges Fournier, Maurice Fréchet, François Grandjean, Maurice Javillier, Raymond Jouaust, Léopold Kober, Émile Kohn-Abrest, René Lehuédé, Félix Lestoquard, René Loquin, Léon Lutaud, Louis Mercier, René Mesny, Serge Metalnikov, Alexandre Meunier, Georges Mouret, André Nègre, V. A. Obroutcheff, Louis Parrot, Edmond Plantureux, André de Puymaly, Gaston Ramon, Gustave Ribaud, René Risser, Édouard Roth, Eugène Séguy, Edmond Sergent, Edmond Sollaud, Raymond Weissenbach, Eugène Wollman adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

MM. **Joseph Basset, René Dubrisay, Edmond Friedel, Jules Lemoine, Pierre Lesne, Jean Tilho** et le **Directeur du Conservatoire national des arts et métiers** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le fonds Loutreuil.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Fondation de l'Institut français de Varsovie. (Adressé par M. l'Envoyé extraordinaire de Pologne à Paris.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode nouvelle pour résoudre le problème de Riemann.* Note de M. **René Garnier**.

Étant donnée une équation différentielle linéaire d'ordre m, à singularités régulières (¹), comment faut-il choisir les coefficients de l'équation de manière qu'elle admette (si possible) un groupe de monodromie donné? Tel est le problème de Riemann. Le problème a été résolu pour $m = 2$ par M. Hilbert, et pour m quelconque par M. Plemelj; la solution de cet auteur a d'ailleurs été simplifiée de la manière la plus remarquable par M. G. D. Birkhoff. La méthode de ces géomètres se rattache à la théorie des équations intégrales; elle introduit des fonctions non analytiques, d'une construction toute artificielle. Malgré l'intérêt de la méthode, il était désirable de posséder, pour un problème ressortissant à la théorie des fonc-

(¹) Le problème peut être étendu aux singularités irrégulières; j'ai montré qu'en réalité, le problème généralisé n'est qu'un cas limite du problème régulier.

tions analytiques, une solution n'utilisant que des fonctions analytiques introduites naturellement par le problème lui-même.

Antérieurement, j'ai fait connaître une méthode répondant à ces conditions; je m'étais borné d'ailleurs à l'équation du deuxième ordre à quatre points singuliers. La caractéristique de la méthode, c'est la liaison qu'elle introduit entre la solution du problème de Riemann et l'étude des singularités transcendantes des intégrales de l'équation (VI) de M. Painlevé. Depuis, je suis parvenu à définir la nature des singularités des équations ([1]) formées dans ma Thèse, et j'indiquerai aujourd'hui comment ce résultat permet de traiter le problème de Riemann *pour les équations linéaires du deuxième ordre* E_n *possédant* $n+3$ *singularités régulières*

$$x = t_1, \ldots, \quad t_n, \ t_{n+1} = 0, \quad t_{n+2} = 1, \quad t_{n+3} = \infty.$$

La possibilité d'étendre la méthode de $n = 1$ à n quelconque n'était pas évidente : on connaît les difficultés que présente l'accroissement de l'ordre différentiel dès qu'on cesse d'étudier les intégrales au point de vue *local*. Pourtant, *cette extension peut être réalisée d'une manière très simple, grâce à l'intervention de la méthode de récurrence* dont M. Emile Picard a signalé déjà l'utilité dans des questions analogues ([2]).

Le principe de la méthode est le suivant : considérons un groupe de monodromie spécial $\mathcal{G}_n$, dérivé de $n+2$ substitutions (unimodulaires) $S_h(h = 1, \ldots, n+2)$ et le groupe $\mathcal{G}_{n-1}$ déduit du précédent par la suppression de S_i; pour paramètres de $\mathcal{G}_n$ on peut choisir ceux de $\mathcal{G}_{n-1}$ et les invariants J, J_0, J_1 des substitutions S_i, $S_i S_{n+1}$, $S_i S_{n+2}$. Or, envisageons les équations E_n admettant le groupe $\mathcal{G}_n$ quelle que soit la position de $t_1, \ldots, t_n$; les coefficients de E_n s'expriment au moyen des transcendantes ([1]) $z_k(t_i)$. Faisons tendre le point singulier $x = t_i$ vers $x = 0$; l'étude des $z_k(t_i)$ autour de $t_i = 0$ montre que *lorsque le chemin suivi par* t_i *est convenablement choisi*, E_n *tend vers une équation limite bien déterminée* E_{n-1}, *où le coefficient* $s^2 - 1 : 4$ *de* x^{-2} *s'exprime d'une manière simple à l'aide des limites* z_k^0 *des* z_k *pour* $t_i = 0$; mais ce coefficient est connu, puisque J_0 est donné. D'ailleurs *les* z_k^0, *considérées comme fonctions des* $t_h (h \neq i)$ *vérifient précisément un système* (G_{n-1}) *qui exprime que le groupe de* E_{n-1} *est constant;* ce système

---

([1]) Nous substituerons à ces équations le système équivalent (G_n), d'intégrales $z_k(t_i)$, formé dans notre Note du 17 novembre 1924.

([2]) *Traité d'Analyse*, 2, Chap. XVI, n°s 4, 8, 24.

peut être écrit dès qu'on connaît (G_n) et s^2, c'est-à-dire dès qu'on connaît le group $\mathcal{G}_n$.

Admettons alors qu'on sache choisir parmi les intégrales de (G_{n-1}) celle qui rend le groupe de E_{n-1} identique à $\mathcal{G}_{n-1}$; les limites pour $t_i = 0$ des intégrales z_k de (G_n) seront connues, et la théorie des caractéristiques de (G_n) montre que *l'intégrale de* (G_n) *qui résout le problème de Riemann pour* $\mathcal{G}_n$ *sera complètement déterminée si l'on connaît la valeur* ζ *que doit prendre* z_{n-1} *en un point arbitrairement choisi* t_i^0 $(\neq 0)$. Tout le problème revient donc à choisir ζ de manière que l'invariant de la substitution $S_i S_{n+2}$ soit égal à J_1, c'est-à-dire de manière qu'une certaine fonction rationnelle des z_k et des $\frac{\partial z_h}{\partial t_i}$ (soit α) prenne pour $t_i = 1$ une valeur limite donnée $\overline{\alpha}$.

Pour cela, j'établis d'abord qu'on peut calculer ζ de manière que l'équation $\alpha(t_i) = \overline{\alpha}$ possède une racine t_i au voisinage de $t_i = 0$. Les théorèmes généraux que j'ai obtenus antérieurement sur la distribution asymptotique des racines de l'équation montrent que, sauf dans le cas où α coïncide avec deux valeurs exceptionnelles (ce que l'on peut toujours éviter), *le choix de* ζ *est possible de deux façons distinctes :* et ceci est confirmé remarquablement par l'existence de *deux groupes* $\mathcal{G}_n$ définis par les invariants de $\mathcal{G}_{n-1}$ ainsi que par J, J_0, J_1. L'application du lemme de Borel-Lebesgue montre ensuite que ζ tend vers une limite pour $t_i = 1$.

Je signalerai encore la conséquence suivante de la méthode. On sait qu'il existe une infinité d'équations E_n admettant un groupe de monodromie donné $\mathcal{G}_n$, les racines r_i des équations déterminantes n'étant connues qu'à des entiers près. Fixons toutes les racines, sauf celles du point $x = 0$; *on peut considérer toutes les équations obtenues* E' *comme limites d'une même équation* E_{n+1} *possédant une singularité infiniment petite* t_{n+1}; *suivant le chemin suivi par* t_{n+1}, E_{n+1} *peut dégénérer en l'une quelconque des équations* E'.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le rapport entre une série entière et son plus grand terme.* Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. Hadamard.

1. D'après un théorème connu de M. Borel, si le terme général u_n d'une série convergente est positif et constamment décroissant, le produit nu_n tend vers zéro. On en déduit aisément que, $a_1, \ldots, a_n, \ldots$, désignant des nombres positifs *croissants*, les séries $\sum \frac{1}{a_n}$ et $\sum \frac{1}{n + a_n}$ sont de même nature; d'autre part :

Lemme. — Si $a_1, \ldots, a_n, \ldots$ sont des nombres positifs *quelconques*, et si b_n désigne le plus petit des nombres $N + a_N$, $(N \geqq n)$, et si la série $\sum \frac{1}{a_n}$ est divergente, il en est de même de la série $\sum \frac{1}{b_n}$.

L'hypothèse contraire conduit en effet à une contradiction, puisque dans cette hypothèse $\frac{n}{b_n}$, d'après le théorème de M. Borel, et par suite $\frac{n}{n + a_n}$ et $\frac{n}{a_n}$, tendent vers zéro.

2. Soit une fonction entière

$$F(z) = A_0 + A_1 z + \ldots + A_n z^n + \ldots, \tag{1}$$

les A_n étant positifs et les rapports $\mu_n = \frac{A_{n-1}}{A_n}$ jamais décroissants; ils augmentent alors indéfiniment, et, en posant $\lambda_n = \frac{\mu_n}{\mu_{n+1}}$, la série de terme général $\frac{1}{a_n} = 1 - \lambda_n$ est divergente.

Désignons par $f(z)$ le plus grand terme de $F(z)$; on a $f(\mu_n) = A_n \mu_n^n$, et l'on a une limite supérieure de $F(\mu_n)$ en remplaçant les $N + 1$ premiers termes par $f(\mu_n)$, et observant qu'ensuite, si $N \geqq n$, les termes décroissent au moins comme ceux d'une progression géométrique de raison λ_N. Donc

$$F(\mu_n) < f(\mu_n)(N + 1 + \lambda_N + \lambda_N^2 + \ldots) = f(\mu_n)(N + a_N), \tag{2}$$

et par suite $F(\mu_n) < b_n f(\mu_n)$, b_n désignant le plus petit des $N + a_N$. D'après le lemme, la série de terme général $\varphi(\mu_n)$ est alors divergente, $\varphi(z)$ désignant le rapport du plus grand terme $f(z)$ de la série (1) à sa somme $F(z)$.

On ne change rien d'essentiel en remplaçant μ_n par une valeur quelconque entre μ_n et μ_{n+1}, telle par conséquent que le plus grand terme soit le terme $A_n z^n$. Donc :

Théorème I. — *Si la série entière* $F(z)$ *à coefficients* A_n *positifs et à rayon de convergence infini, est telle qu'à chaque entier* n *on puisse faire correspondre une valeur* z_n *de* z, *pour laquelle le plus grand terme* $f(z_n)$ *soit le terme* $A_n z_n^n$, *la série de terme général* $\varphi(z_n) = \frac{f(z_n)}{F(z_n)}$ *est divergente.*

On en déduit aisément que :

Théorème II. — *Si* $F(z)$ *désigne une fonction entière quelconque,* $f(z)$ *le plus grand terme de la série qui la représente et* $n(z)$ *le degré de ce terme*

(degré qui croît indéfiniment avec z), *l'intégrale*

$$\int_0^\infty \left|\frac{f(z)}{F(z)}\right| d\,n(z)$$

est divergente.

On peut en effet, sans changer $f(z)$, majorer $F(z)$ par une fonction remplissant les conditions du théorème I; l'application de ce théorème à cette fonction montre immédiatement l'exactitude du théorème II.

3. Moyennant des hypothèses convenables sur la croissance des μ_n, on peut obtenir un résultat plus précis, mais qui ne semble pas susceptible d'extension à une fonction entière quelconque. Il consiste en ce que la série de terme général $\varphi^2(\mu_n)$ diverge, mais que, pour une fonction $F(z)$ convenablement choisie, elle diverge moins que n'importe quelle série divergente donnée.

On peut démontrer ce résultat en supposant que les a_n aient un ordre de grandeur déterminé, c'est-à-dire que $\frac{\log a_n}{\log n}$ ait une limite qu'il faut supposer égale à 1 pour obtenir une divergence aussi lente que possible de la série $\sum \frac{1}{a_n}$.

Les termes de la série $F(\mu_n)$ qui suivent les n premiers peuvent s'écrire

$$f(\mu_n)[1 + \lambda_n + \lambda_n^2\lambda_{n+1} + \lambda_n^3\lambda_{n+1}^2\lambda_{n+2} + \ldots],$$

et le raisonnement repose sur cette circonstance que $\lambda_{n+1}, \lambda_{n+2}, \ldots,$ étant très peu différents de λ_n, la série considérée est équivalente à

$$1 + \lambda_n + \lambda_n^3 + \lambda_n^6 + \ldots \sim \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{1-\lambda_n}}.$$

On obtient un résultat analogue pour les n premiers termes. Alors

$$F(\mu_n) \sim \sqrt{\frac{\pi}{1-\lambda_n}} f(\mu_n),$$

d'où résulte immédiatement le résultat énoncé.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une méthode de perturbations spéciales.* Note [1] de M. J. **Renaux**, présentée par M. H. Andoyer.

Soit, pour une planète déterminée, le système mobile C, orienté positivement, d'axes rectangulaires SXYZ passant par le Soleil S, SX dirigé vers le périhélie, SY dans le plan de l'orbite et perpendiculaire à SX. Nous prenons un *système de coordonnées équatoriales, choisi pour une époque déterminée.* Le système C n'est pas rapporté au précédent, mais à A, position de C au temps origine t_0. Soient trois rotations infinitésimales convenables $d\chi_1$, $d\chi_2$, $d\chi_3$, faites respectivement autour de SX, SY, SZ. Les dérivées $\frac{d\chi_1}{dt}$, $\frac{d\chi_2}{dt}$, $\frac{d\chi_3}{dt}$, par rapport au temps t, sont déterminables par la méthode choisie pour le calcul des perturbations. L'hypothèse $\frac{d\chi_3}{dt}$ et le choix de A suppriment toute intégration relative aux cosinus directeurs. Les valeurs χ_1, χ_2, nulles pour $t = t_0$, et provenant de l'intégration de $\frac{d\chi_1}{dt}$, $\frac{d\chi_2}{dt}$, peuvent être considérées comme infiniment petites du premier ordre. Les cosinus directeurs de SX par rapport à A sont, jusqu'aux termes du quatrième ordre exclusivement, $1 - \frac{\chi_2^2}{2}$, $\frac{\chi_1\chi_2}{2}$, $-\chi_2$. Ceux de SY et SZ sont analogues, et l'influence des termes du second ordre est très faible. Soit B une position connue et suffisamment approchée de A. Ce système A est déterminé par deux changements successifs de coordonnées, le premier défini par des rotations infinitésimales $(\chi_1)_0$, $(\chi_2)_0$, χ_3, et le second par les cosinus directeurs de B par rapport au système équatorial.

Désignons par a, $e = \sin\varphi$, E, r, le demi-grand axe, l'excentricité, l'anomalie excentrique et la distance héliocentrique de la planète au temps t. Les composantes de la vitesse sont linéaires par rapport à $\frac{dr}{dt}$, $\frac{de}{dt}$, $\frac{dE}{dt}$, $\frac{d\chi_1}{dt}$, $\frac{d\chi_2}{dt}$, $\frac{d\chi_3}{dt}$. Si l'on exprime que la normale au plan est perpendiculaire à la vitesse, on obtient une première condition. En lui adjoignant $\frac{de}{dt} = 0$, $\frac{d\chi_3}{dt} = 0$, et exprimant que les équations du mouvement troublé sont satis-

(1) Séance du 30 novembre 1925.

faites, on obtient les équations différentielles cherchées. Désignons par $\xi_{i,j}$ ($j = 1, 2, 3$) les coordonnées par rapport à C d'une planète perturbatrice de masse m_i, par r_i et ρ_i ses distances respectives au Soleil et à la planète à suivre. Posons $I_j = \Sigma k m_i \left(\frac{1}{\rho_i^3} - \frac{1}{r_i^3}\right)\xi_{i,j}$ ($j = 1, 2, 3$). Les sommes Σ s'étendent à toutes les planètes perturbatrices envisagées et k désigne la constante de gravitation. Soit ω l'intervalle de temps choisi pour les quadratures. Faisons le changement de variable $t = \omega\theta$, et posons $U = \frac{a - a_0}{a_0}$, a_0 désignant la valeur exacte de a à l'origine $t_0 = \omega\theta_0$. Introduisons la fonction G définie ci-dessous, nous obtenons :

$$G = \xi + \int_{\theta_0}^{\theta} (1 + U)\left(-I_1 a_0^{\frac{1}{2}} \omega \sin E + I_2 a_0^{\frac{1}{2}} \omega \frac{\cos E - e}{\cos\varphi}\right) d\theta,$$

$$\frac{d^2 U}{d\theta^2} = k\omega^2 (1 + U)\left(-\Sigma \frac{k m_i}{\rho_i^3} + I_1 \frac{\cos E}{r} + I_2 \frac{\sin E}{r\cos\varphi}\right) + \frac{k^2\omega^2}{r^3}(2G + G^2 - U),$$

$$\frac{d\chi_1}{d\theta} = I_3 (1 + U) \frac{\omega a_0^{\frac{1}{2}} (\cos E - e)}{(1 + G)\cos\varphi}, \qquad \frac{d\chi_2}{d\theta} = I_3 (1 + U) \frac{\omega a_0^{\frac{1}{2}} \sin E}{1 + G},$$

$$\frac{dM}{d\theta} = \frac{d(E - e\sin E)}{d\theta} = \frac{k\omega(1 + G)}{a_0^{\frac{3}{2}}(1 + U)^2}.$$

ξ est une constante d'intégration, M est l'anomalie moyenne et l'équation de Képler est conservée. Pour l'ajustement, on ne connaît pas a_0, mais une valeur approchée a'_0. On pose $a_0 = a'_0(1 + \lambda)$. Si λ, constante à déterminer, est suffisamment petite, on peut mettre partout a'_0 à la place de a_0, sauf pour la dernière relation qui se transforme facilement. Nous avons les constantes ξ, λ, $(\chi_1)_0$, $(\chi_2)_0$, χ_3, les corrections de de l'exentricité, dE_0 de la valeur initiale de l'anomalie exentrique et, de plus, la valeur ζ de la dérivée de U pour $\theta = \theta_0$. Alors que le problème analytique ne comporte que six constantes, nous en avons huit, donc deux surabondantes à astreindre à des conditions supplémentaires. Un procédé commode, mais non nécessaire, consiste à faire $\xi = 0$, $\zeta = 0$. En tenant compte des perturbations de Jupiter et Saturne, la méthode a été appliquée à plusieurs planètes pour des intervalles de temps s'étendant à trois ou quatre oppositions. Les résultats ont été tout à fait satisfaisants.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'avance du périhélie de Mercure.* Note de M. **Jean Chazy**, présentée par M. Émile Borel.

Le Verrier a ajouté dans la construction de ses Tables une avance empirique de 38″,3 par siècle à la longitude du périhélie de Mercure calculée d'après la théorie newtonienne des grosses planètes. Newcomb a introduit dans ses Tables une avance de 43″,37, et avait obtenu dans un Mémoire antérieur la valeur 42″,95. Ces deux dernières valeurs sont en accord remarquable avec le nombre 42″,9 déduit dans la théorie de la Relativité de la loi de gravitation définie par les géodésiques du ds^2 de Schwarzschild. En fait les deux nombres considérés doivent être corrigés.

En premier lieu, comme l'a montré (¹) Grossmann, le nombre 42″,95 doit être diminué de 2″,37, car Newcomb, appliquant la formule de la longitude du périhélie donnée par Le Verrier pour représenter les observations, retranche, pour passer du plan de l'écliptique et de l'équinoxe à l'instant t au plan de l'écliptique et à l'équinoxe de l'origine du temps, la précession générale de Le Verrier, soit 50″,23572 t, mais non le terme complémentaire provenant du mouvement de l'écliptique et relatif à Mercure, soit 0″,0237 t. Le nombre 42″,95 se réduit ainsi à 40″,58.

En second lieu Newcomb obtient le nombre 43″,37 en répartissant les avances empiriques des périhélies des quatre planètes intérieures au moyen de la loi de Hall, c'est-à-dire en supposant que l'avance par révolution est la même pour toutes les planètes : si l'on admet au contraire la théorie de la Relativité ou toute loi de gravitation différente de la loi de Hall, il faut rejeter cette partie de la discussion de Newcomb, et s'en tenir aux écarts résultant plus directement des observations.

Dans un tableau célèbre (²), Newcomb a donné comme écart du produit $e\delta\varpi$ relatif à Mercure et pour un siècle 8″,48, d'où la valeur correspondante de l'avance $\delta\varpi = 41''{,}24$. Grossmann a montré que la valeur de la longitude du périhélie, tirée des observations par Newcomb, et par conséquent le nombre 41″,24, doivent, comme précédemment le nombre 42″,95, être diminués de 2″,37 : mais le nombre 41″,24 doit subir aussi une cor-

(¹) *Astronomische Nachrichten*, Band 214, 1921, p. 47; *Zeitschrift für Physik*, Band 5, 1921, p. 282.

(²) *The elements of the four inner Planets and the fundamental Constants of Astronomy*, Washington, 1895, p. 109.

rection en sens inverse. En effet, Newcomb inscrit dans son tableau pour valeur calculée de la quantité $e\frac{d\varpi}{dt}$ la valeur calculée à la page précédente de la quantité $e\frac{d\varpi_1}{dt}$, soit 109″,76. La longitude du périhélie ϖ, selon la définition classique, est comptée à partir de l'équinoxe fixe sur l'écliptique fixe jusqu'au nœud, puis sur le grand cercle de l'orbite à partir du nœud jusqu'au rayon vecteur du périhélie; au contraire l'angle ϖ_1 représente la longitude du périhélie comptée dans le plan de l'orbite à partir d'un point fixe. Pour obtenir la dérivée $\frac{d\varpi}{dt}$, il faut donc ajouter à la valeur calculée de $\frac{d\varpi_1}{dt}$ la quantité connue $2\sin^2\frac{i}{2}\frac{d\Omega}{dt}$, qui varie en un siècle de — 3″,37. Donc *le nombre 41″,24 doit être diminué d'une part de 2″,37, et d'autre part de — 3″,37 : au total ce nombre doit être remplacé* (¹) *par 42″,24*.

Les nombres 38″,3 ; 40″,58 ; 42″,24 s'écartent peu en valeur relative : dans un phénomène d'une telle complexité, une mesure entachée d'une erreur relative d'un dixième pourrait être considérée comme bonne. Mais, si l'on veut tenir compte des observations méridiennes, la critique des résultats de Le Verrier et de Newcomb fait apparaître une incertitude plus grande. En effet Newcomb a considéré d'abord deux solutions des équations de condition résultant des observations, la solution A tirée des seules observations méridiennes, et la solution B où sont combinées les observations méridiennes et les observations de passage : puis il a rejeté la solution A. Grossmann fait remarquer (²) que dans la solution A l'avance du périhélie de Mercure serait moindre de 8″,53 qu'elle n'est dans la solution B : ainsi, *en diminuant en quelque sorte le poids des observations de passage vis-à-vis des observations méridiennes, on réduit le nombre* 42″,24 à 33″,71. Mais on peut remarquer d'autre part que Le Verrier a tiré la valeur 38″,3 des seules observations de passage, et a constaté qu'en tenant compte des observations méridiennes, c'est-à-dire en diminuant de même le poids de celles-là vis-à-vis de celles-ci, *on serait conduit au contraire à augmenter l'avance du périhélie de Mercure*, puisque Le Verrier écrit (³) même le nombre 60″.

Une nouvelle étude des écarts entre la théorie newtonienne des planètes

(¹) D'ailleurs, à la page 185 du Livre cité, Newcomb indique comme correction totale dans le passage de $\frac{d\varpi_1}{dt}$ à $\frac{d\varpi}{dt}$ 1″,06.

(²) *Loc. cit.*, p. 52 et 283.

(³) *Annales de l'Observatoire de Paris*, 5, 1859, p. 95.

et l'observation présenterait à l'heure actuelle une importance capitale, et il semble, en raison de l'accroissement de la précision des observations méridiennes, qu'une telle étude pourrait donner des résultats plus concordants et plus précis que les résultats obtenus par Le Verrier et Newcomb.

ACOUSTIQUE. — *Sur la propagation d'ondes aériennes produites par des étincelles ou des amorces.* Note de M. **Th. Vautier.**

Au cours de nos expériences dans la conduite posée par la Ville de Lyon sur le cours Gambetta prolongé [1], nous avons étudié la propagation d'ondes sonores de longueur et de puissance très différentes; celles qui font l'objet de cette Note ont été produites par des étincelles électriques et des amorces de pistolet non chargé de poudre; ces ondes ne déplacent pas les franges lors de leur passage devant l'interféromètre au moyen duquel nous avons précédemment enregistré les formes d'ondes explosives : leur pression maximum est donc inférieure à $0^{mm},1$ d'eau; nous avons pu néanmoins déterminer avec précision, sinon leur forme, du moins leur vitesse, en enregistrant sur un cylindre tournant muni d'une pellicule photographique les instants de leurs passages donnés par les signaux optiques de microphones ou d'autres membranes élastiques munies de petits miroirs. Nous avons limité le parcours des ondes à $207^{m},45$ en scellant dans la conduite deux plaques de tôle; l'étincelle éclatait sur l'une d'elles. Pour rendre les vitesses obtenues à des jours différents comparables entre elles avec toute la précision que comportent la méthode et le matériel employés, il est nécessaire d'éliminer les différences dues aux variations de l'humidité et surtout de la température; indépendamment de la fixation de la valeur moyenne de ces deux éléments d'après les indications des thermomètres et hygromètres enregistreurs, nous avons adopté le procédé suivant.

Pendant chaque journée d'expérience nous intercalions entre les inscriptions des ondes d'étincelle quelques inscriptions d'ondes d'amorce de pistolet tirées avec le pistolet non chargé de poudre; ces ondes faibles et courtes définissent bien l'état de la température et de l'humidité de la conduite; nous avons constaté en effet que les vitesses d'une même journée concordent à $\pm 4^{cm}$ près et même moins, donc au dix-millième près : les différences de vitesse données par la lecture de leurs tracés dépendront

---

(1) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 256.

presque entièrement de la variation de la température et de l'humidité de la conduite. Dès lors il ne nous restait plus qu'à prendre pour vitesse type la moyenne des vitesses d'une des journées pour laquelle l'ensemble des circonstances ambiantes et notamment les indications des enregistreurs nous donnaient le plus sûrement la température et l'humidité moyennes; nous avons adopté le 21 septembre au matin, pour lequel $t = 19^\circ,9$ et $\frac{f}{F} = 0,68$; la vitesse moyenne (4 expériences) des ondes d'amorce trouvée ce jour-là a été de $343^{m},26$, nous la prendrons comme type; cette vitesse, réduite à o sec par la formule classique, est de $330^{m},58$; donc, en déduisant $330^{m},58$ des vitesses trouvées dans les diverses journées pour les ondes d'amorce, nous aurons la correction à retrancher des vitesses d'ondes d'étincelle des mêmes jours pour les ramener à o sec; telle est après cette correction la valeur des vitesses de ces ondes inscrite dans le tableau suivant qui contient les puissances mises en jeu dans les étincelles et leurs distances explosives. Ces résultats sont ceux que nous a donnés un microphone placé au centre de la conduite, dont le courant, après avoir passé dans un amplificateur à 3 lampes, était reçu par un téléphone monté en oscillographe; ils montrent que ni la puissance de l'étincelle ni sa distance explosive n'ont d'influence appréciable sur la vitesse de l'onde aérienne.

Vitesse moyenne des ondes d'étincelles du 1er au dernier passage (21, 22 *septembre*).

Distance explosive.	Puissance en joules.	Expériences.				Moyenne.
		I.	II.	III.	IV.	
mm 30..........	41	330,54	59	58	59	330,57
28..........	39,4	330,55	55	58	56	330,56
20..........	33	330,58	56	58	57	330,57
15..........	24,3	330,56	61	59	60	330,59
10..........	19,6	330,59	64	60	59	330,60
7,5........	14,2	330,49	58	57		330,55
5..........	8,5	330,61	40			330,50
5..........	17	330,50	54			330,52
5..........	34	330,57	52	57	55	330,55

Les vitesses d'ondes d'étincelle inscrites dans la dernière colonne sont concordantes entre elles à environ $\pm 4^{cm}$, c'est-à-dire à ± 1 dix-millième près. Chacune d'elles est la moyenne de quatre expériences de la même journée figurant dans l'avant-dernière colonne, dont les écarts ne dépassent

guère $\pm 3^{cm}$, soit ± 1 dix-millième et dont chacune est elle-même la moyenne des vitesses trouvées entre les divers passages, au nombre de 5 à 15 suivant la puissance de l'étincelle, qui concordent à $\pm 6^{cm}$. Nous avons établi de la même manière pour les ondes d'amorce un tableau qui donne la vitesse moyenne des quatre expériences d'une même journée laquelle fixe le terme correctif expliqué ci-dessus; les concordances sont les mêmes que pour les vitesses d'ondes d'étincelles. Nous pouvons donc conclure que la vitesse des ondes d'étincelle est $330^{m},56$ à ± 1 dix-millième près, celle des ondes d'amorce étant de $330^{m},58$ à la même approximation. Ces valeurs reposent sur la lecture de 31 expériences d'étincelle et 12 d'amorces; elles se rapportent à la température de 0° avec la possibilité d'un écart maximum de $-0,4$ et probable de $\pm 0,2$, écart correspondant à $\pm 12^{cm}$ dans la vitesse. L'onde des amorces parcourant toute la conduite, donne pour comparer les diverses journées une précision qu'on ne peut avoir avec les enregistreurs qui fixent des températures locales dont il faut déduire la température moyenne.

MAGNÉTISME. — *Sur le paramagnétisme constant des solutions.* Note de Mlle **Paule Collet**, présentée par M. Paul Janet.

En collaboration avec M. Pierre Weiss, j'ai signalé, pour la première fois (1), l'existence d'un paramagnétisme indépendant de la température dans une solution. Les mesures, faites par la méthode d'ascension, entre 14° et 50°, sur le bichromate de potassium dissous, donnent pour le coefficient d'aimantation atomique du chrome

$$\chi_{Cr} = 63,3 \times 10^{-6} \quad \text{à } 10^{-6} \text{ près.}$$

Cette valeur se place sur la branche descendante de la courbe des paramagnétismes constants (2).

Il est intéressant de constater que ce paramagnétisme constant ne diffère pas de celui que présente le même sel à l'état solide. En effet, entre 12° et 90°, le bichromate solide, étudié par la méthode d'attraction, conduit encore à

$$\chi_{Cr} = 63,3 \times 10^{-6} \quad \text{à } 0,1 \times 10^{-6} \text{ près.}$$

(1) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 2146.
(2) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 2146 (figure).

La concordance remarquable des résultats souligne l'intérêt des paramagnétismes constants en solution.

D'autre part, une solution de chlorure lutéocobaltique, entre 14° et 50° (méthode d'ascension), donne, pour l'atome de cobalt, un coefficient d'aimantation constant

$$\chi_{Co} = 14,4 \times 10^{-6} \quad \text{à } 0,2 \times 10^{-6} \text{ près.}$$

Cette valeur trouve encore sa place sur la courbe indiquée plus haut.

C'est le second exemple que nous ayons rencontré de solutions à paramagnétisme constant.

PHOTOCHIMIE. — *Méthode de dosage des gaz colorés, fondée sur l'emploi de la pile photo-électrique, et son application au cas des vapeurs nitreuses.* Note de MM. **Hippolyte Copaux** et **André Copaux**, présentée par M. Ch. Moureu.

La pile photo-électrique aux métaux alcalins, employée dans certains travaux de physique comme photomètre impersonnel très sensible, doit être un instrument supérieur aux spectrophotomètres à estimation visuelle pour doser instantanément, par absorption de lumière, des substances colorées transparentes; c'est ce que nous avons vérifié sur un cas particulier qui nous intéressait spécialement, celui des vapeurs nitreuses diluées dans un grand excès d'air.

Notre expérience a consisté à interposer, entre le photomètre et une source lumineuse constante, un tube de longueur convenable, parcouru par le mélange gazeux coloré, et à mesurer la quantité de lumière transmise, en fonction de la teneur du gaz en peroxyde d'azote, déterminée séparément par voie chimique.

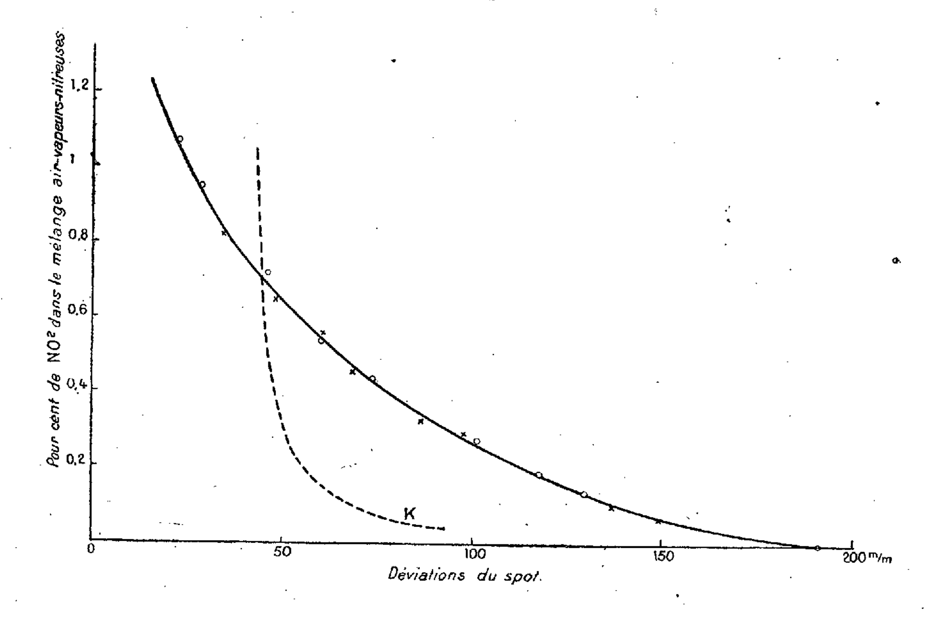
La pile dont nous nous sommes servis est d'un modèle construit par la Société de recherches et de perfectionnements industriels. Elle est reliée, suivant le montage habituel, par sa cathode, au pôle négatif d'une batterie de petits accumulateurs de 120 volts, par l'anode, à l'une des bornes d'un galvanomètre sensible, donnant une déviation de 1^{mm} à 1^{m} de distance, pour un courant de 2×10^{-10} ampères environ. Le circuit était fermé par liaison à la terre de l'autre borne du galvanomètre et du pôle positif de la petite batterie. Avec une lampe de 50 bougies, alimentée sous 90 volts bien constants, un écran bleu, le galvanomètre défini plus haut, et un tube de 21^{cm} de longueur, rempli d'air, la déviation du galvanomètre atteint 19^{cm} à 1^{m} de distance,

Le mélange gazeux était composé, au cours des expériences mêmes, à partir de bioxyde d'azote et d'air, débités chacun sous pression constante et réglable, et desséchés séparément; les gaz, réunis dans un flacon mélangeur, traversent le tube d'absorption, puis une ampoule de volume connu, servant à la prise d'essai, et sont enfin évacués au dehors.

Quand le régime est bien établi et la déviation du galvanomètre devenue invariable, on détache l'ampoule, on y introduit un peu d'eau sous une légère pression et, après quelques minutes de contact, on dose l'acidité du contenu par la soude $\frac{n}{50}$, avec du rouge de méthyle pour indicateur. Connaissant le volume de l'ampoule, on calcule la proportion de NO^2 dans le gaz prélevé, d'après les réactions :

$$2NO^2 + H^2O \rightarrow NO^2H + NO^3H;$$
$$NO^2H + NO^3H + 2NaOH \rightarrow NO^2Na + NO^3Na + 2H^2O.$$

C'est ainsi qu'ont été déterminés les points de la courbe ci-dessous, des-



sinée en traits pleins, qui correspond à deux séries de mesures, faites à des jours différents et à des températures notablement différentes, 11° et 17°. Si la superposition n'est pas rigoureuse, cela tient beaucoup moins au principe de la méthode qu'à des défauts accessoires; ainsi, dans l'une des séries de mesures, le courant d'éclairage n'est pas resté tout à fait constant, et surtout, nous avons eu quelque difficulté à tenir invariable, pendant toute la durée des observations, la composition de certains mélanges.

Telle quelle, la méthode s'est montrée exacte à 0,05 pour 100 près, dans les limites où nous l'avons appliquée, et nous estimons qu'avec un montage où la composition des gaz serait la seule variable, elle accuserait facilement, entre les teneurs de 0,2 à 0,7 pour 100 en peroxyde d'azote, des différences de l'ordre de 0,02 pour 100.

Quant à la courbe en traits discontinus, elle représente la variation du coefficient d'absorption avec la concentration. Nous l'avons calculée en introduisant les coordonnées de quelques points de la courbe principale dans la formule de l'absorption :

$$J = J_0 e^{-KC}, \qquad \text{d'où} \qquad K = \frac{1}{C} \operatorname{Log} \frac{J_0}{J},$$

C étant la concentration et $\frac{J_0}{J}$, le rapport de l'intensité incidente à l'intensité transmise, égal au rapport des déviations galvanométriques correspondantes.

Avec un corps normal, K serait constant. Ici, il augmente, à partir des concentrations élevées, d'abord doucement, puis très vite, depuis 0,2 pour 100 jusqu'à la concentration nulle.

Cela prouve qu'aux grandes dilutions, la dissociation du peroxyde d'azote devient très sensible aux changements de la pression partielle, et que le peroxyde s'enrichit en substance colorée, la seule que mesure la pile. Tout cela est d'accord avec la formule de l'équilibre $N^2O^4 \rightleftharpoons 2NO^2$ et avec l'hypothèse classique qui attribue à la seule forme NO^2 la coloration du peroxyde d'azote.

Nous nous proposons d'étudier cette méthode sur des mélanges plus riches.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Application des mesures capillaires à l'étude des mélanges d'acides gras.* Note de M. **René Dubrisay**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

On détermine souvent la composition d'un mélange binaire d'acides gras par analyse physico-chimique, c'est-à-dire que l'on étudie les variations d'une grandeur physique convenablement choisie (point de fusion, indice de réfraction, etc.) en fonction de la composition du mélange : il suffit ensuite de mesurer la même grandeur sur un produit pour pouvoir par interpolation en déduire la composition.

Cette méthode peut évidemment s'appliquer aux tensions superficielles qui s'exercent à la surface de séparation de liqueurs alcalines et de solu-

tions benzéniques de mélanges d'acides, ces tensions étant mesurées par la méthode des gouttes suivant le procédé indiqué dans des Notes antérieures (¹).

J'ai tout d'abord opéré sur des mélanges d'acide myristique et d'acide stéarique mis en solution benzénique au titre de 1 pour 100. Les résultats sont consignés dans le Tableau I.

TABLEAU I. — *Écoulement dans la benzine d'une liqueur sodique* N/1600.

Solution d'acide stéarique.	Solution d'acide myristique.	Volume de 10 gouttes.
Pour 100.	Pour 100.	cm^3
0	100	1,07
25	75	1,03
50	50	0,64
75	25	0,20
100	0	0,03

Un mélange équimoléculaire d'acide stéarique (en C^{18}) et d'acide myristique (en C^{14}) a même indice de neutralisation que l'acide palmitique (en C^{16}). Il peut aisément en être distingué par une mesure de tension superficielle. On voit en effet sur le Tableau précédent qu'un mélange à poids égaux des deux acides, qui est voisin du mélange équimoléculaire, correspond pour l'écoulement de 10 gouttes à un volume de 0,64; avec la même burette, la même liqueur sodique a donné un volume de 0,07 dans une solution à 1 pour 100 d'acide palmitique.

La netteté de ce résultat m'a conduit à appliquer la même méthode à un autre problème. En 1881, M. Gérard avait extrait de l'huile de datura un acide en C^{17} qu'il avait appelé acide daturique. L'existence de ce composé, d'abord contestée, avait été confirmée par les travaux de Meyer et Beer; plus récemment, M. J.-J. Trillat a montré que le spectrogramme de rayons X de l'acide de M. Gérard différait de ceux de l'acide palmitique et de l'acide stéarique.

M. Trillat a bien voulu me donner une partie de l'acide daturique qui lui avait servi; je l'ai dissous dans la benzine au titre de 0,5 pour 100 et j'ai comparé la tension superficielle de cette solution au contact de liqueurs de soude à celles que l'on obtient dans les mêmes conditions avec des mélanges de solution à 0,5 pour 100 d'acide stéarique et d'acide palmitique. Les résultats obtenus ont été consignés dans les tableaux II et III.

(¹) *Comptes rendus*, **177**, 1917, p. 589; **178**, 1918, p. 205.

TABLEAU II. — *Écoulement dans la benzine d'une liqueur de soude* $\frac{N}{600}$.

Taux pour 100 de la solution d'acide stéarique.	Taux pour 100 de la solution d'acide palmitique.	Volume de 10 gouttes.
		cm³
0	100	0,135
33,33	66,66	0,090
50	50	0,080
100	0	0,070

Avec la solution d'acide daturique le volume de 10 gouttes était 0,105.

TABLEAU III. — *Écoulement dans la benzine d'une solution de soude* $\frac{N}{1500}$.

Taux pour 100 de solution d'acide stéarique.	Taux pour 100 de solution d'acide palmitique.	Volume de 10 gouttes.
		cm³
0	100	0,280
50	50	0,195
100	0	0,150

Avec la solution d'acide daturique le volume de 10 gouttes était 0,250.

La tension superficielle des solutions d'acide daturique est donc dans les deux cas nettement différente de celle du mélange à poids égaux des acides stéarique et palmitique qui, ici encore, correspond très approximativement au mélange équimoléculaire de ces deux acides. L'existence de l'acide daturique se trouve ainsi confirmée, ou, plus rigoureusement, les chiffres précédents établissent que le corps étudié diffère du mélange équimoléculaire des acides stéarique et palmitique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'exposant d'hydrogène de l'eau.*

Note de MM. **A. Kling** et **A. Lassieur**, présentée par M. J. Perrin.

La constante de dissociation de l'eau, a été déterminée par de nombreux expérimentateurs, employant des méthodes diverses. Ils se sont accordés pour lui assigner la valeur moyenne 10^{-14}, les déterminations les plus récentes et les plus certaines, conduisant au nombre $10^{-14,14}$.

En admettant que l'eau soit exclusivement dissociée selon l'équation

$$H^2O \rightleftharpoons H + OH,$$

l'exposant d'hydrogène de l'eau a pour valeur pH = 7,07, ou approximativement 7,0. Ce nombre caractérise la réaction des milieux liquides dits neutres, c'est-à-dire de ceux qui renferment autant d'ions H que d'ions OH. La dissociation de l'eau, limitée à celle de molécules simples, peut, tout au moins hypothétiquement se produire aussi selon l'équation

$$H^2O \rightleftharpoons 2H + O.$$

Bien que cette forme de dissociation n'ait pas été observée, il serait téméraire d'en nier la possibilité. D'un autre côté, l'eau ne renferme pas que des molécules simples, mais aussi des molécules polymérisées, et plus particulièrement des molécules $(H^2O)^3$. Nous ignorons si ces molécules ne subissent pas des dissociations particulières, mais ici encore, nous devons admettre, tout au moins, la possibilité d'ionisations de forme inconnue. Il résulte de tout ceci, que la notion théorique de l'exposant d'hydrogène de l'eau, repose sur des bases fragiles et insuffisamment établies.

Les mesures de cet exposant d'hydrogène, présentent des difficultés spéciales, du fait de la grande résistance électrique de l'eau, qui rend à peu près impossible l'emploi de la méthode potentiométrique classique. Les expérimentateurs se sont généralement contentés de la méthode colorimétrique, la seule dont ils pouvaient disposer. H.-A. Fales et J.-M. Nelson (1) ont ainsi trouvé que le pH de l'eau était d'environ 5,8. Dawson (2) a indiqué la valeur de pH = 7. H. T. Beans et E. T. Oakes (3) en employant une ingénieuse variante de la méthode électrométrique, ont trouvé que l'exposant d'hydrogène de l'eau était sensiblement égal à 8. La discordance de ces différents résultats montre combien nos connaissances sur la constitution de l'eau sont encore incomplètes.

Nous nous sommes efforcés de déterminer le pH de l'eau, en opérant sur un liquide aussi purifié que possible et en nous mettant à l'abri des causes d'erreur, provenant de l'attaque des vases et de la présence de l'acide carbonique de l'atmosphère. Nos purifications d'eau ont été effectuées dans un appareil distillatoire de platine entièrement clos, les mesures colorimétriques de l'exposant d'hydrogène on été faites sans que l'eau purifiée ait été au contact d'acide carbonique et sans utiliser d'autres récipients que ceux en platine. La description de l'appareil et le détail des expériences seront

---

(1) *J. Amer. Chem. Soc.*, 37, 1915, p. 2769.
(2) *J. Phys. Chem.*, 29, 1925, p. 551.
(3) *J. Amer. Chem. Soc.*, 42, 1920, p. 2116.

donnés ailleurs. Les valeurs du pH obtenues par colorimétrie ont été confrontées avec celles qui nous ont été fournies par la méthode électrométrique, l'eau ayant été rendue conductrice pour ces dernières déterminations, par addition de chlorure de potassium. La concordance entre les deux mesures a été bonne.

Nous résumons comme suit, le résultat de nos expériences :

1° Une seule distillation de l'eau, dans un alambic de platine, fournit un liquide de pH = 5,8 environ. Si l'eau primitive renferme des traces d'ammoniaque, il est nécessaire de chasser celle-ci, dans les têtes de distillation, en alcalinisant au préalable le liquide en expérience.

2° La réaction caractérisée par un pH de 5,8 ne change pas, quel que soit le degré auquel on pousse la purification, et quelle que soit la méthode employée : distillation en présence d'alcali ou d'acide, congélation fractionnée; opérations effectuées à l'abri de toutes traces de gaz carbonique.

3° L'eau de pH = 5,8, abandonnée à elle-même, soit en flacon de platine, soit dans un vase de verre d'Iéna, bouché ou non, conserve sa réaction qui peut être considérée comme absolument fixe, l'atmosphère ambiante ayant une composition normale.

4° En supposant que l'acidité observée, soit due à la présence de gaz carbonique en solution dans l'eau, la concentration de celui-ci, serait de l'ordre de $\frac{N}{100000}$.

5° En admettant la présence de cette teneur de gaz carbonique dans l'eau, la mesure acidimétrique, effectuée par saturation au moyen d'une liqueur de baryte titrée montre que la quantité d'alcali consommée, est de 5 à 6 fois supérieure à celle indiquée par le calcul.

Il résulte de ces expériences, que nous sommes amenés à envisager deux hypothèses, entre lesquelles nous n'avons pu jusqu'ici faire de choix :

1° Ou bien l'eau possède une réaction acide propre, son exposant d'hydrogène étant de 5,8 environ, et cette réaction ne peut être attribuée à du gaz carbonique retenu opiniâtrement, à teneur constante.

2° Ou bien les méthodes de mesure des pH, actuellement à notre disposition, fournissent des résultats erronés, tout au moins dans le cas de l'eau purifiée autant qu'il est possible.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la variation de la résistance des aciers ordinaires doux et dur, au choc par traction, avec la température.* Note de MM. **J. Cournot** et **K. Sasagawa**, présentée par M. Léon Guillet.

Nous avons voulu, dans cette étude, rechercher comment se comportaient à différentes températures les aciers ordinaires doux et dur au point de vue choc par traction.

Nous avons effectué les essais à l'aide du mouton-pendule Charpy ordinaire de 30^{kgm}, prévu, on le sait, pour ce mode de sollicitation. Nous avons, toutefois, en raison du dispositif de chauffage, été obligés d'augmenter la longueur des éprouvettes normales, et par suite d'allonger d'autant les butées fixes. L'éprouvette avait une longueur totale de 180^{mm}, la région rétrécie utile mesurant 45^{mm} de longueur et $6^{mm},4$ de diamètre.

Le four électrique de chauffage était fixé à la traverse de butée mobile, de sorte que les expériences se sont déroulées comme suit : le pendule étant à sa position de décrochage, une des têtes de l'éprouvette est vissée sur lui; l'ensemble four-traverse de butée est vissée sur l'autre tête, le courant est lancé; lorsque la température de l'essai, contrôlée par un couple thermo-électrique Le Chatelier, est atteinte, elle est maintenue pendant 10 minutes, puis le four est rapidement débranché, le couple enlevé, et l'on décroche le pendule qui entraîne, par conséquent, le four électrique en même temps que l'éprouvette et la traverse; l'arrachement est donc produit à l'intérieur même du four; ce dernier a résisté aux 23 premiers essais consécutifs sans se détériorer, après quoi il a fallu refaire l'enroulement.

Les aciers essayés avaient les compositions suivantes :

	C.	Mn.	Si.	S.	P.
Acier extra-doux (pour 100)...	0,04	0,57	0,005	0,04	0,11
Acier extra-dur » ...	0,97	0,41	0,19	0,004	0,02

Les éprouvettes avaient été préalablement recuites, durant 10 minutes, à 830° et 800° avec refroidissement lent.

Nous avons ainsi déterminé le travail de choc T par unité de volume de la partie utile de l'éprouvette, en kgm : cm^3, et l'allongement A pour 100 de cette partie utile. Nous avions également calculé le rapport du travail précédent à cet allongement, rapport désigné par certains auteurs anglais sous le nom de *tension unitaire moyenne*, cette caractéristique correspondant à la charge de rupture dans les essais ordinaires de traction; cette correspondance n'est nullement vérifiée par nos expériences.

Les principaux résultats sont groupés dans le tableau ci-après :

	20°.	100°.	200°.	300°.	400°.	500°.	600°.	625°.	650°.	700°.	750°.	800°.
						Acier extra-doux :						
T...	14,2	14,9	16,3	14,1	9,5	7,5	13,6	14,3	13,5	11,2	11,6	9,5
A...	28,8	32,0	37,8	35,6	26,7	20,6	30,5	37,8	31,2	32,2	44,4	38,8
						Acier extra-dur :						
T...	11,7	12,6	12,9	11,6	9,3	6,8	5,7	"	7,0	15,5	"	10,1
A...	10,7	12,9	14,2	15,1	12,5	7,8	7,6	"	9,8	30,6	"	25,4

Pour les travaux absorbés par le choc et rapportés à l'unité de volume, nous avons donc une légère remontée des courbes jusqu'à 200° environ, comme pour la charge de rupture à la traction ; puis il y a un minimum (500° pour les aciers extra-doux, 600° pour les extra-durs) suivi d'un maximum très accusé (625° pour les extra-doux, 700° pour les extra-durs) avec chute rapide ensuite. Les variations des allongements sont analogues dans leur ensemble, mais proportionnellement plus accusées. Cette remontée des caractéristiques dès 500 à 600°, c'est-à-dire bien avant l'apparition de la solution solide, correspond aux résultats trouvés pour le choc par flexion.

Nous avons également effectué des essais sur un acier au nickel à 0,62 pour 100 de carbone et 25,5 pour 100 de nickel, mais les résultats obtenus sont beaucoup plus complexes, ce qui n'a rien de surprenant avec les transformations possibles dans cet alliage sous l'action simultanée de la température et de l'écrouissage; des essais plus complets sont entrepris en vue d'élucider les phénomènes qui s'y produisent.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du phosgène sur la glucine. Préparation du chlorure de glucinium.* Note de MM. **C. Matignon** et **J. Cathala**.

Le phosgène, qui est aujourd'hui un produit commercial, doit pouvoir constituer un excellent agent de chloruration des oxydes; son emploi paraît tout particulièrement indiqué quand il s'agit de préparer un chlorure très volatil, comme celui du glucinium. Un tel chlorure difficilement maniable, à cause de son extrême sensibilité aux moindres traces d'humidité, se trouve *ipso facto* séparé des produits tous gazeux qui interviennent

dans la chloruration :

$$GlO + COCl^2 = GlCl^2 + CO^2.$$

Le chlorure de soufre, sur lequel M. Bourion et l'un de nous avons basé une nouvelle méthode générale de préparation des chlorures métalliques d'une application particulièrement commode ([1]), conviendrait sans doute moins bien ici, à cause de la difficulté d'obtenir un chlorure de glucinium complètement séparé du chlorure de soufre.

Nous avons d'abord constaté que la chloruration est effective et nous avons ensuite étudié systématiquement sa vitesse en fonction de la température et de la vitesse du courant gazeux.

La glucine placée dans une nacelle de quartz transparent, dans des conditions toujours les mêmes d'une expérience à l'autre, est chauffée dans un tube de porcelaine maintenu à température constante par un chauffage électrique. A ses deux extrémités, le tube est fermé par deux capuchons de verre rodés. L'un des capuchons conduit les gaz à la sortie sur une cuve à mercure par l'intermédiaire d'un tube abducteur dépassant 76^{cm} de hauteur. Le deuxième capuchon est relié à un appareil produisant un courant régulier de phosgène et à une batterie de deux trompes Laugmuir et d'une trompe à eau.

Pour éliminer l'influence des périodes de chauffage et de refroidissement, qui ne correspondent pas à un régime défini, on tourne la difficulté en opérant dans le vide pendant ces périodes initiale et finale.

Quand la température désirée est atteinte, on établit rapidement la pression de phosgène et, à la fin de l'expérience, on fait de nouveau le vide aussi rapidement que possible. La durée de ces opérations, qui ne dépasse pas quelques minutes, ne peut fausser la mesure du temps pour des expériences qui se prolongent pendant plus d'une heure.

La constance de la vitesse du courant de phosgène est assurée par l'écoulement du mercure, provenant d'un récipient à niveau constant, dans un voluménomètre qui contient le gaz oxychlorure.

Avant chaque expérience, la nacelle est remplie de glucine et maintenue pendant 1 heure à 1000°. On assure ainsi d'une façon plus rigoureuse la constance de la surface exposée aux gaz et celle de l'état de la glucine.

Nous ne donnerons ici que les résultats de deux séries d'expériences

---

([1]) MATIGNON et BOURION, *Annales Chim.*, 5, 1905, p. 127.

effectuées la première avec une vitesse de 920$^{cm^3}$ à l'heure et la deuxième avec une vitesse sensiblement double (1915$^{cm^3}$ à l'heure).

La réaction commence dès 350°.

Diminution de poids de la nacelle.	Température.	Durée.	Perte horaire.
	Vitesse : 920$^{cm^3}$ à l'heure.		
35^{mg}	350°	3^{h} ^{m}	12^{mg}
190	450	3	63
330	550	2	165
227	600	1	227
277	700	1	277
314	800	1	314
361	600	1. 5	337
275	1000	45	366
	Vitesse : 1915$^{cm^3}$ à l'heure.		
391^{mg}	550°	14^{h}.30^{m}	261^{mg}
392	700	14. 1	392
287	850	41	430
185	450	14.10	160
383	1000	44	500

La régularité des courbes construites avec ces données justifie le mode opératoire.

En doublant la vitesse du courant gazeux, on augmente la vitesse de réaction d'une quantité variable avec la température, mais qui oscille autour de 1 fois et demie sa valeur. La chloruration progresse rapidement quand augmente la température.

Tous les chiffres précédents, qui n'ont évidemment qu'une valeur empirique, permettent néanmoins de préciser les conditions de la réaction.

En résumé, l'oxychlorure de carbone constitue un excellent agent de préparation du chlorure de glucinium. Il y a intérêt à opérer à la plus haute température possible dans des appareils en quartz.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la bromuration du zinc en présence de divers solvants organiques.* Note de M. A. **Raynaud**, présentée par M. Moureu.

Au cours de recherches effectuées en collaboration avec MM. Gay et Ducelliez [1], nous avons eu l'occasion d'étudier l'action du brome sur différents métaux en présence de divers solvants. Après avoir opéré sur l'antimoine avec l'oxyde d'éthyle [2], j'ai repris ces expériences avec le zinc et le brome, seuls ou en présence de divers solvants.

Technique. — Du zinc et du brome rigoureusement sec (distillé en présence de P^2O^5) ont été mis, en présence de divers solvants, dans une série de tubes. Un tube témoin ne contenait aucun solvant. Dans les tubes qui ont reçu de l'eau et de l'oxyde d'éthyle, il s'est produit une réaction immédiate, tandis que dans les tubes contenant comme solvants du benzène, de la ligroïne, du tétrachlorure de carbone, de l'octane, de l'éther de pétrole, il n'y a eu aucune réaction apparente. Ceux-ci ont été scellés à la lampe (sauf ceux contenant des produits volatils trop inflammables, comme la ligroïne et l'éther de pétrole) et abandonnés à la température ambiante.

Ouverts au bout de 3 mois, ils ont donné les résultats suivants : dans le tube témoin, le zinc avait perdu 0,59 pour 100 de son poids initial ($3^g,712$); dans le tube à benzine, il avait perdu 0,2 pour 100 (poids initial : $4^g,923$) [3]. Avec les autres solvants, aucune attaque décelable ne s'est produite.

Dans le cas où le solvant est soit l'eau, soit l'oxyde d'éthyle, on observe le phénomène suivant : si à du zinc en excès on ajoute une petite quantité de brome et une quantité suffisante de solvant, l'attaque se poursuit jusqu'à disparition complète du brome. Elle reprend par l'introduction d'une nouvelle quantité de brome. Si au contraire on met une petite quantité de solvant et une quantité suffisante de brome, l'attaque s'arrête au bout d'un certain temps et ne reprend que si l'on ajoute du solvant. En mettant suffisamment de solvant et de brome, le zinc est entièrement attaqué.

Avec l'eau, on a finalement

$$Zn + 2Br + aq = ZnBr^2 \text{ dissous.}$$

Dans ce cas, il est très vraisemblable, ainsi que l'ont admis MM. Gautier

(1) *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 576, 1804 et 2002; *Bulletin de la Société chimique de France*, 15-16, 1914, p. 737.

(2) *Bulletin de la Société chimique de France*, 27, 1920, p. 411.

(3) Au moment où le tube a été ouvert, il s'est produit un violent dégagement de HBr, attestant la bromuration du benzène. Donc le zinc n'est pas pratiquement attaqué par le brome, soit en présence du benzène, soit en présence du bromobenzène.

et Charpy (1), qu'en présence du métal, l'eau est décomposée plus activement par l'halogène, tandis que le métal oxydé est en même temps transformé en bromure par l'hydracide.

Avec l'oxyde d'éthyle, l'expérience a été reprise en opérant dans l'appareil décrit par F. Ducelliez (2), et utilisé par nous pour l'obtention de certains bromures métalliques. En attaquant du zinc finement pulvérisé, placé sous une couche d'éther anhydre, par du brome ajouté par petites quantités, on obtient, après la réaction vive du début, d'abord une séparation du liquide en deux couches, puis, avec un excès de brome, un liquide homogène coloré en brun. En chassant l'excès de brome et d'éther par distillation de ce liquide au bain-marie, il reste finalement dans le ballon un liquide visqueux plus ou moins coloré.

Ce liquide ne fume pas à l'air; chauffé au bain de sable, il ne se décompose qu'au-dessus de 110°, en libérant de l'éther.

L'analyse de ce produit montre qu'il est constitué sensiblement par une molécule de bromure de zinc et une molécule d'oxyde d'éthyle.

Pour vérifier cette composition, j'ai préparé d'autre part du $ZnBr^2$ pur, qui a été mis en digestion dans de l'oxyde d'éthyle anhydre. Ce sel est assez soluble dans ce solvant (l'éther en dissout, à la température ordinaire, environ 45 pour 100 de son poids). La solution obtenue, distillée comme précédemment au bain-marie, a laissé un liquide, qui, abandonné sous cloche en présence de SO^4H^2, a cristallisé au bout de quelque temps (cristaux blancs, en feuilles, très déliquescents).

On peut obtenir plus rapidement ces cristaux en plaçant la solution éthérée de bromure de zinc sous une cloche en présence de suif et de SO^4H^2.

Les analyses faites sur plusieurs échantillons de ces cristaux ont confirmé l'exactitude du résultat trouvé précédemment, et permettent par conséquent d'établir que le composé formé dans l'action du zinc sur le brome en présence d'oxyde d'éthyle correspond bien à la formule

$$(ZnBr^2, (C^2H^5)^2O.$$

	Trouvé (moyenne de 3 analyses) pour 100.	Calculé pour $ZnBr^2$, $C^4H^{10}O$ pour 100.
Zinc	21,3	21,74
Brome	53,0	53,51
Éther	25,5	24,74

(1) *Comptes rendus*, **113**, 1891, p. 597.

(2) *Procès-verbaux de la Société des Sciences de Bordeaux*, 1912-1913.

Conclusions. — 1° Le brome et le zinc, qui ne réagissent pas directement l'un sur l'autre d'une façon sensible, peuvent se combiner rapidement en présence de certains solvants.

2° Parmi ceux-ci, il semble que seuls permettent l'union du métal avec l'halogène, ceux qui, dissolvant à la fois le brome et le bromure formé, comme l'eau et l'oxyde d'éthyle, sont susceptibles de former eux-mêmes des combinaisons avec le bromure métallique.

L'existence du composé $ZnBr^2, (C^2H^5)^2O$, isolé au cours de ces recherches, apporte une confirmation nouvelle de ces vues.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des dérivés chlorés de la série phtalonique.* Note (¹) de M. **A. Cornillot**, présentée par M. Béhal.

Nous avons décrit (²) nos expériences sur la chloruration, par divers réactifs, de plusieurs substances dérivées de l'acide phtalonique. Nous avons exposé comment ces nouveaux corps, dans lesquels on pouvait attendre une fonction chlorure d'acide fixée au noyau benzénique, se sont révélés, au contraire d'une si grande paresse dans toutes les réactions habituelles de cette fonction, que nous avons préféré les regarder comme des dérivés de l'acide α-chlorophtalide-carbonique, c'est-à-dire apparentés à la forme oxylactonique de l'acide phtalonique, d'où les schémas suivants pour nos réactions :

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO - CO^2CH^3\\ CO^2H\end{matrix}\right. \xrightarrow{(PCl^5,\ SOCl^2)} C^6H^4\left\langle\begin{matrix}\overset{\overset{Cl}{|}}{C}\lt\begin{matrix}CO^2CH^3\\ \end{matrix}\\ CO\end{matrix}\right\rangle O$$

Éther phtalonique.

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO - CONHC^6H^5\\ CO^2H\end{matrix}\right. \xrightarrow[SOCl^2]{} (^3)\ C^6H^4\left\langle\begin{matrix}\overset{\overset{Cl}{|}}{C}\lt\begin{matrix}CONHC^6H^5\\ \end{matrix}\\ CO\end{matrix}\right\rangle O$$

Acide phtalonanilique.

(¹) Séance du 30 novembre 1925.

(²) Cf. *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 713; 179, 1924, p. 274.

(³) Nous avons vu antérieurement (*Comptes rendus*, 179, 1924, p. 274) que cette réaction donne aussi naissance à la phénylphtalide.

et, comme nous l'avons reconnu depuis,

$$C^5H^4 \begin{cases} -CO-CO^2H \\ CO^2H \end{cases} \xrightarrow[(SOCl^2)]{} (^1)\quad C^6H^4 \begin{cases} \overset{\overset{Cl}{|}}{C} -COCl \\ \qquad\quad > O \\ CO \end{cases}$$

On voit immédiatement quel intérêt présentent ces composés pour l'étude de la constitution des dérivés phtaloniques; la présente Note a pour objet de décrire l'action du benzène et du chlorure d'aluminium sur les éthers chloro-phtalide-carboniques.

La réaction de Friedel donne un résultat très net, pourvu que l'on prenne les précautions suivantes : emploi de l'éther éthylique (dont le chlore est plus mobile), addition progressive du chlorure d'aluminium dans le ballon, où l'on a dissous tout l'éther chloré dans 4 fois et demi son poids de benzène; longue reprise de la résine obtenue à l'acide chlorhydrique étendu. On obtient ainsi une solution benzénique; agitée avec une solution de bicarbonate de soude, elle abandonne un peu d'*acide benzhydrol-o-carbonique*. Dans le benzène, reste de l'*éther α-phénylphtalide-carbonique* (f. 70°).

La constitution de cette substance nouvelle n'est pas douteuse; d'abord elle ne contient aucune fonction cétone décelable à la semicarbazide; puis elle se décompose, sous l'action, même extrêmement ménagée, des alcalis en C^2H^5OH, CO^2 et α-phénylphtalide. Les acides réagissent de même (quoique bien plus difficilement); c'est ce qui diminue le rendement, quantitatif quant à la fixation du phényle, de la réaction de Friedel.

$$C^6H^4 \begin{cases} \overset{\overset{C^6H^5}{|}}{C} -CO^2CH^3 \\ \qquad\quad > O \\ CO \end{cases} + 2KOH = C^6H^4 \begin{cases} CH-C^6H^5 \\ \qquad > O \\ CO \end{cases} + CO^2 + C^2H^5OH$$

$$\downarrow (H^2O)$$

$$C^6H^4 \begin{cases} CHOH - C^6H^5 \\ CO^2H \end{cases}$$

Acide benzhydrolcarbonique.

Ce résultat prouve clairement :

---

(1) Le chlorure d'acide chlorophtalide-carbonique que nous avions antérieurement préparé par action de PCl^5 sur l'anhydride phtalonique (*Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 498) se forme à côté de l'anhydride phtalonique, et dans la proportion de 1 à 3, dans l'action de $SOCl^2$ sur l'acide phtalonique.

a. Que l'éther initial a réagi effectivement en totalité selon la formule que nous lui avons attribuée;

b. Que la substitution du phényle au chlore relâche considérablement la liaison qui retient le carboxyle terminal de la chaîne latérale.

LITHOLOGIE. — *Sur les caractères lithologiques des laves de l'Ahaggar, Sahara central (Mission Jacques Bourcart,* 1922-1923). Note de MM. **Jacques Bourcart** et **M.-E. Denaeyer.**

Le massif de l'Ahaggar porte de multiples traces d'une activité éruptive intense et récente [1]; on y observe :

1° Des éruptions tertiaires (?) [*Série de l'Ilamân* ou *série phonolitique*] caractérisées par de grands empilements de coulées (Asekrem, Tahat) et des appareils disséqués dont il ne subsiste que des culots ou des réservoirs (Ilamân, etc.). Ces volcans occupent les sommets ou les pentes du Grand-Ahaggar et la région de Tamanr'asset, du mont Debenat à l'oued Outoul. Cette série est fréquemment recoupée par des *dykes ou des filons un peu plus récents*.

2° Des éruptions basaltiques pliocènes (?) [*Basaltes des plateaux*] dont les coulées immenses, sans appareils visibles (d'origine fissurale), couvrent le Petit-Ahaggar, les In-Taraïn et les faces nord et sud du Grand-Ahaggar. Ces coulées sont entaillées par le réseau hydrographique actuel.

3° Des éruptions récentes (Quaternaire) [*Basaltes des vallées*] avec des appareils bien conservés de type strombolien ou vulcanien, s'étendant sur le sommet et les faces nord et est du massif, ainsi que dans la région de Tit' à Abalessa. Les coulées se sont répandues dans les vallées actuelles dont elles recouvrent les terrasses.

Les caractères lithologiques de ces différentes séries sont bien tranchés [2].

---

(1) J. Bourcart, *Un voyage au Sahara* (*Bull. Afr. Fr., Rens. Col.*, nov.-déc. 1923); *Les volcans de l'Ahaggar* [*C. R. Congr. des Soc. sav. en* 1925, Sciences, Paris, 1925 (*sous presse*)].

(2) Certaines roches étudiées ici correspondent à des types signalés antérieurement par d'autres auteurs, mais leurs observations n'avaient pas encore pu prendre place dans un système logiquement ordonné. Pour la bibliographie des travaux lithologiques se rapportant à l'Ahaggar, consulter :

M.-E. Denaeyer, *Compléments, à la lithologie du Sahara central* (*B. S. G. F.*, 4e série, 23, 1923, p. 295 à 303); *Les roches alcalines du Sahara central* (*C. R. Cong. des Soc. sav. en* 1923, Sciences, Paris, 1924, p. 219 à 229); *Essai de coordination*

La *série de l'Ilamân* comprend essentiellement des phonolites voisines des trachytes (trachytes β). Ces roches sont pour la plupart caractérisées par la présence de cristaux d'augite ægyrinique entourés d'une couronne d'ægyrine et de plages pœcilitiques, déchiquetées, d'une amphibole ferrifère et sodique, l'ænigmatite.

Au point de vue lithologique, on peut diviser ces roches en trois groupes : le premier renferme à la fois de la néphéline en cristaux nets et de la sodalite développée irrégulièrement entre les éléments de la pâte; le deuxième groupe présente les mêmes caractères, mais la néphéline en est absente. Ces deux groupes représentent, avec des types intermédiaires, la plus grande partie de la série; le troisième est constitué par une phonolite ægyrinique à cristaux d'haüyne bleuâtre (Asekrem).

A la série phonolitique de l'Ilamân sont subordonnés des trachytes alcalins (In-Taraïn, Asekrem et Tamanr'asset), un trachyte à phéno-cristaux de hornblende barkévicitique (mont Debenat, près de Tamanr'asset), une andésite quartzifère à olivine et une dacite à biotite (plateau de l'Asekrem).

Les filons et dykes d'âge plus récent, injectés dans la série précédente, sont formés de roches variées, avec ou sans silice libre, alcalines ou calco-alcalines.

Ce sont dans l'ordre de l'acidité : un microgranite leucocrate à micropegmatite (Asekrem), des trachytes ægyriniques à quartz intersertal (Imadouézen), comparables à ceux qui ont été décrits par M. A. Lacroix à Madagascar [1], des trachytes francs, des andésites, un trachyte β à ægyrine et une sölvsbergite à la limite de la tinguaïte (Asekrem).

Les *basaltes des plateaux* forment une série continue, allant des basaltes à silice saturée aux basanitoïdes, en passant par les basaltes β.

Ils renferment tous des phénocristaux d'olivine et d'augite en plus ou moins grande abondance; suivant la nature des microlites feldspathiques, on distingue en outre une série oligoclasique, une série andésitique et une série labradorique. Une seule roche fait exception à cette série mésocrate, c'est une andésite oligoclasique à augite (Oued Issemen).

Les *basaltes des vallées* montrent une série parallèle à la précédente. Ce

---

des données lithologiques de quelques régions sahariennes et soudanaises [*Livre jubilaire de la Soc. Géol. de Belgique*, Liége, 1925 (*sous presse*)].

H. Butler, *Contribution à la géologie de l'Ahaggar* (*C. R. Congr. géol. intern.*, XIIIe session, Belgique 1922, fasc. 2. Liége 1925, p. 819 à 848).

(1) *Minéralogie de Madagascar*, 3, 1923, p. 16.

sont des basaltes francs, des basaltes β ou des basanitoïdes et des limburgites holo- ou semi-cristallins.

Une partie de ces laves possède des phénocristaux bien développés d'augite et d'olivine (cette dernière est généralement altérée en bowlingite), une autre ne renferme ces minéraux qu'à l'état d'éléments de la pâte. Les basaltes francs sont andésitiques et labradoriques, les basaltes β et les basanitoïdes sont généralement labradoriques et possèdent une structure doléritique. Enfin les limburgites sont des laves semi-vitreuses à phénocristaux d'olivine et d'augite et microlites d'augite (Abalessa).

En résumé, chacune de ces séries à caractères bien délimités, forme un ensemble homogène au point de vue lithologique. La grande masse des éruptions est, dans les trois séries principales, caractérisée par des laves à silice déficitaire. La série de l'Ilamân est, de plus, essentiellement alcaline comme la plupart des régions volcaniques sahariennes (¹).

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques sur la vallée du Kaboul (Afghanistan).* Note de M. **R. Furon.**

Le Kaboul, affluent de l'Indus, prend sa source dans un contrefort du Koh-i-Baba (2750^{m} d'altitude) et coule en Afghanistan pendant 320^{km}.

Dans le col de Ounaî et la région immédiatement voisine, les roches dominantes sont des schistes anciens, des calcaires cristallins et des gneiss. En descendant la haute vallée du Kaboul, nous trouvons encore les mêmes roches. Le courant s'accélère dans des passes étroites jusqu'à l'entrée de la plaine de Tchar-Deh. Le Kaboul, ayant décrit quelques méandres dans cette plaine alluviale encadrée de montagnes, trouve une issue étroite entre deux montagnes de gneiss et de micaschistes : c'est le Teng-i-Babour. Cette passe amène la rivière dans la grande plaine de Kaboul (1765^{m}). Elle y reprend un cours plus lent, élargit son lit et déborde dans les marais voisins pendant la saison des pluies. Cette plaine fut remplie de dépôts tertiaires dont il ne reste plus que des buttes-témoins : Sher Pour, Siah Sang, etc.

Ayant coulé en plaine pendant plus de 20^{km}, le Kaboul se heurte à une barrière montagneuse qu'il franchit : ce sont les rapides de Teng-i-Gharou. A la base des hautes falaises qui enserrent le lit de la rivière, nous trouvons des granits et des gneiss. Au-dessus viennent des schistes et des calcaires noirâtres, puis des calcaires passant du gris au brun. Ces calcaires, altérés par des intrusions, ont été reconnus comme triasiques par Sir Hayden,

(¹) M.-E. Denaeyer, *Les roches alcalines du Sahara central.*

qui put y recueillir *Meekoceras* sp. et *Ophiceras* sp. en très mauvais état.

A la sortie de ces gorges, le Kaboul traverse la plaine de Sarobi, parsemée de dépôts tertiaires, puis les collines du Dargaï et la plaine de Laghman. La rivière franchit ensuite les schistes et les calcaires cristallins du Siah Koh (gorges de Daronta) avant d'arroser la plaine de Djellalabad (621^{m}). Une dernière passe, aux environs de Lalpoura (430^{m}), conduit le Kaboul en territoire indien.

Nous voyons donc le Kaboul parcourir une série de cuvettes de niveaux différents, nettement isolées les unes des autres par des ceintures montagneuses. Ce sont pour la plupart, sinon toutes, d'anciennes cuvettes lacustres, d'origine tectonique [1]. Voici ce que j'ai pu reconstituer de l'histoire géologique de ces bassins.

1. *Phase de sédimentation lacustre tertiaire.* — Au Néogène inférieur, les eaux légèrement saumâtres se sont peu à peu évaporées, déposant des limons et des marnes. Dans la plaine de Kaboul, nous trouvons la succession suivante :

d. Argiles très micacées et sables;
c. Argiles sableuses;
b, Marnes gris jaune.
a. Marnes jaunes et verdâtres, avec quelques petits cristaux de gypse.

Le fond de ces cuvettes lacustres était très accidenté. En de nombreux endroits, les roches métamorphiques anciennes sont visibles, perçant les sédiments lacustres.

2. *Mouvement de surrection.* — Un mouvement de surrection se produisit au début du Néogène supérieur, suivi d'une période d'érosion torrentielle intense.

3. *Phase de sédimentation fluviatile.* — Des masses énormes de matériaux furent accumulées dans les dépressions. Pendant cette phase de sédimentation fluvatile : sables, arkoses, cailloutis et conglomérats se déposèrent en légère discordance sur les dépôts lacustres.

4. *Nouveau mouvement de surrection.* — Cette période d'érosion et de dépôt fut suivie de nouveaux mouvements de surrection, accompagnés d'un gauchissement.

5. *Nouvelle phase de sédimentation fluviatile.* — Les conglomérats néogènes furent ravinés par les eaux courantes et recouverts en discordance sensible par de nouveaux conglomérats, du Néogène tout à fait supérieur et du Quaternaire.

---

(1) La formation de ces cuvettes remonte au Nummulitique.

Ces dépôts ne m'ont livré aucun fossile qui m'autorise à les dater plus précisément, mais leur nature et leur allure permettent de les rapprocher de ceux que j'ai pu voir dans les Monts Siwaliks, aux Indes, dépôts qui sont connus comme appartenant au Néogène supérieur et au Quaternaire.

6. *Période glaciaire.* — Une glaciation succéda. Nous en retrouvons la trace dans de nombreuses gorges en U, à parois verticales et striées.

Les glaciers affouillèrent les roches dures, descendant jusqu'à 1000^m, altitude à laquelle on retrouve des blocs erratiques, aux environs de Gandamak et de Nimla.

7. *Formation du réseau hydrographique actuel.* — Après le retrait des glaciers qu'on ne retrouve plus aujourd'hui qu'au-dessus de 4000^m, l'érosion fluviale reprit. Les rivières occupèrent les vallées glaciaires, affouillèrent et déblayèrent largement les sédiments accumulés dans les cuvettes tertiaires, ne laissant subsister que des buttes-témoins isolées dans les alluvions récentes.

Les seuils rocheux résistèrent mieux à l'érosion et c'est ainsi que la rivière de Kaboul, qui n'a pas encore atteint son profil d'équilibre, parcourt en décrivant des méandres, une succession de plaines alluviales étagées et passe de l'une à l'autre par des rapides.

SISMOLOGIE. — *Sur la propagation des ondes seismiques dans le calcaire.* Note de MM. **Ch. Maurain** et **L. Eblé**, présentée par M. Bigourdan.

Nous avons utilisé des explosions portant sur plusieurs centaines de kilogrammes de dynamite, effectuées pour les besoins de l'exploitation des carrières de calcaire crayeux de Gargenville (Seine-et-Oise), pour mesurer la vitesse de propagation des ondes seismiques dans ce banc de calcaire, et nous avons comparé la valeur obtenue à celle déduite de l'expression théorique de la vitesse et des valeurs du module de traction E et de la densité ρ déterminées sur des échantillons de ce calcaire.

Les seismographes employés sont ceux que nous avons établis à l'occasion de l'étude des ondes seismiques des explosions de La Courtine [1]. Ils étaient installés à 1500^m de l'emplacement des explosions.

Les mesures ont porté sur deux explosions: l'une de 368^{kg}, l'autre de 283^{kg}. Nous avons trouvé dans les deux expériences, au degré d'approximation

(1) Ch. Maurain et L. Eblé, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 337. — Ch. Maurain, L. Eblé et H. Labrouste, *Journal de Physique*, 6e série, 6, 1925, p. 65.

des mesures dont le détail sera donné ailleurs, la même valeur pour la vitesse de propagation des premières ondes, 2140 m : s, à quelques dizaines de mètres près.

Le calcul fondé sur la formule à laquelle on est conduit par la théorie $V = 1{,}095\sqrt{\frac{E}{\rho}}$ donne pratiquement la même valeur. Des déterminations de E ont été faites par les soins du Laboratoire d'essais de l'École des Ponts et Chaussées sur deux échantillons (procès-verbal E, n° 5542); les valeurs correspondant aux plus faibles charges, rapportées au kilogramme et au mètre carré, ont été 0,80 et $0{,}82.10^9$, soit comme moyenne en unités C. G. S. $7{,}95.10^{10}$. La densité a été mesurée sur 3 échantillons qui ont donné 2,012 — 2,050 — 2,056, moyenne 2,04. Ces valeurs, portées dans la formule précédente, donnent $V = 2{,}160$ m : s.

Les mouvements du sol à la station d'observation ont été assez forts dès leur début; leur demi-amplitude maximum a été à peu près, lors de l'explosion la plus forte, $0^{mm},090$ dans la direction horizontale longitudinale, $0^{mm},070$ dans la direction transversale et $0^{mm},080$ dans la direction verticale. La valeur relativement grande du mouvement vertical est à signaler : d'ordinaire les mouvements du sol, dus à l'arrivée d'ondes seismiques, ont une composante verticale proportionnellement moins forte.

La faiblesse de la valeur obtenue pour la vitesse nous avait d'abord surpris; l'accord avec la valeur calculée montre que cette faible vitesse est bien cohérente avec les propriétés mécaniques du milieu. Il était nécessaire de faire porter la comparaison sur des valeurs de E et ρ déterminées sur des échantillons du calcaire où se sont propagées les ondes, les propriétés des divers calcaires étant fort différentes. Lors des expériences de La Courtine, faites en terrain granitique, nous avons obtenu (avec la collaboration de H. Labrouste), des valeurs de la vitesse des premières ondes dont la moyenne est 5524 m : s. Les résultats de ces mesures et des mesures actuelles montrent la complexité que peut présenter la propagation des ondes séismiques dans les couches superficielles. Si l'on supposait en un point une couche du calcaire de Gargenville recouvrant un terrain granitique comme celui de La Courtine (pour lequel la vitesse des ondes séismiques est voisine de la vitesse moyenne dans la croûte terrestre), des ondes arrivant de couches profondes subiraient à la surface de séparation de ces deux milieux très différents des réflexions et réfractions très marquées, et les mouvements seismiques se présenteraient à la surface du sol assez déformés.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les radiations ultraviolettes du Soleil aux grandes altitudes*. Note de M. **Jean Lecarme**, présentée par M. Charles Richet.

Ayant constaté, au cours de mes divers séjours au sommet du Mont Blanc, que certaines réactions physiologiques dues à l'action des rayons solaires ne présentaient pas les mêmes caractéristiques que celles qui sont produites par des arcs métalliques incandescents, j'ai pensé qu'il serait utile d'entreprendre des mesures de l'énergie ultraviolette des rayons solaires à diverses altitudes pour divers états atmosphériques et aux différentes saisons.

On sait que le spectre ultraviolet du Soleil est incomplet par suite de l'absorption atmosphérique due à l'ozone, ainsi que l'ont montré Ch. Fabry et Buisson. La limite inférieure de ce spectre est de 2940 Å à Paris, 2911 Å au Gornergratt (3316^m) ainsi qu'au sommet du Mont Blanc (4807^m).

D'autre part, il a été reconnu que le rayonnement ultraviolet d'une source présente une région particulièrement active qui provoque des érythèmes suivis de pigmentation. Cette zone est comprise entre 2500 et 3130 Å.

La portion correspondante du spectre ultraviolet solaire ne représente ainsi que 34 pour 100 de la région totale biologiquement active.

Des mesures d'actinométrie chimique avaient déjà été tentées au Mont Blanc ([1]), mais les procédés utilisés ne permettaient pas d'éliminer complètement les radiations lumineuses ou calorifiques qui accompagnent le rayonnement.

J'ai employé une méthode proposée récemment par Wm. T. Anderson et Fred W. Robinson ([2]), qui est basée sur le principe indiqué autrefois par M. Duclaux, à savoir la décomposition d'une solution d'acide oxalique sous l'influence des rayons chimiques. Mais ces auteurs l'ont perfectionnée, notamment en la rendant beaucoup plus sensible par l'addition d'une quantité déterminée de sulfate d'uranyle, jouant le rôle de catalyseur.

([1]) J. Vallot et Mme G. Vallot, *Expériences d'actinométrie chimique* (*Annales de l'Observatoire du Mont Blanc*, 77, 1898, p. 2) et Dr Andresen, *Action chimique de la lumière du Soleil* (*Ibid.*, 4, 1900, p. 1).

([2]) *Le radiomètre pour l'ultraviolet* (*The Journal of the American Chemical Society*, **47**, n° 3, 1925, p. 713-725).

Le liquide qui a été adopté comme donnant les meilleurs résultats est constitué par une solution décinormale d'acide oxalique pur, additionné de $4^g,27$ de sulfate d'uranyle (UO^2SO^4, $3H^2O$) par litre. Dans ces conditions, la décomposition de l'acide oxalique est pratiquement indépendante de la température, et proportionnelle à l'énergie U.V. Il a été établi que 1^{mg} d'acide oxalique décomposé en 30 minutes correspond aux nombres suivants d'ergs absorbés par seconde pour les régions du spectre correspondant à

2550 Å.....	$4,18 \times 10^5$ ergs/sec.	3650 Å.....	$5,27 \times 10^5$ ergs/sec.
3020 Å.....	5,04 »	U.V. total..	4,84 »

L'acide oxalique non décomposé est dosé au moyen d'une solution décinormale MnO^4K^2.

J'ai pu effectuer ainsi une première série d'expériences cet été dans la région de Chamonix avec le concours de M. Louis Vachette.

Les résultats moyens obtenus ont été les suivants :

Lieu.	Altitude.	Acide oxalique détruit en mg par cm²-minute. Plein soleil de 9h à 14h.	Ciel voilé de 9h à 14h.
Chamonix..................	1050 m	0,101 ± 0,013	»
Montroc....................	1365	0,115 ± 0,027	0,041 ± 0,008
La Paraz....................	1460	1,205 »	»
Glacier supérieur du Bossom.	2400	1,917 »	»
Observatoire du Mont Blanc..	4350	0,18 ?	»

On a constaté au cours de ces expériences que le rayonnement solaire produit un dégagement gazeux notable de CO^2, dû à la décomposition rapide de l'acide oxalique, alors que ce dégagement est à peine sensible avec la lumière de l'arc à mercure. Des essais effectués avec une lampe consommant 900 watts, et à une distance de 15^{cm} seulement, n'ont en effet donné que $0^{mg},09$ d'acide oxalique détruit par cm^2-minute.

Il résulte de là que l'énergie U.V. solaire paraît très supérieure à celle des arcs de mercure en usage, alors que ses effets biologiques sont moins intenses.

Il faudrait admettre, pour expliquer ces différences, que les rayons des arcs métalliques sont toxiques, soit à cause de la répartition discontinue de l'énergie de leurs spectres d'émission, soit parce qu'ils seraient accompagnés d'un rayonnement d'une autre nature.

BOTANIQUE. — *Existe-t-il une après-maturation chez les céréales récemment récoltées ?* Note de M. **O. Munerati**, présentée par M. Molliard.

M. G. Harrington annonçait en 1919 que les semences du blé nouvellement moissonné peuvent germer en trois ou quatre jours si elles sont placées sur un lit de germination à une température de 12 à 14° C.

Le fait a été substantiellement confirmé par nos vérifications et, en poursuivant nos recherches, nous avons pu démontrer ultérieurement que la germination du blé en gerbes, lorsque la moisson est interrompue par la pluie, est due aux basses températures qu'on a parfois pendant l'été, étant donné que les pluies de juin-juillet sont le plus souvent orageuses et accompagnées de grêle. (Une pluie chaude fait gonfler les semences, mais elle ne les fait pas germer, ainsi qu'il est facile de le démontrer expérimentalement.)

De nos observations de 1920 il résultait cependant la connaissance du fait que tous les types de blé ne réagissent pas de la même manière. Certaines variétés, telles que les Poulards, germent aussitôt que la récolte a été faite, même à des températures assez élevées (20-22° C.), tandis que d'autres variétés (Blé de Bordeaux, *Square-head,* Massy, *Carlotta Strampelli*) ne germent qu'avec un pourcentage limité, même si elles sont placées à une température de 12 à 14° C.

Pour approfondir la question, nous voulûmes nous assurer comment se comportaient les semences soumises à une température encore plus basse et nous remarquâmes qu'à la température de 6 à 7° C. *toutes* les variétés germaient à plein en 8 à 10 jours.

Nous reportons ci-dessous quelques chiffres d'ensemble, auxquels on peut attribuer une valeur presque absolue car les mêmes résultats ont été obtenus en plusieurs essais répétés. Nous nous bornerons au blé, en notant que les semences d'avoine, d'orge et de seigle récoltées dans la première et la deuxième quinzaine de juin se sont comportées de la même façon que le blé.

Variété.	Échantillon.	Nombre de germinations pour 100 aux températures de : 30°-32°.	20°-22°.	12°-14°.	6°-7°.
1. Blé de Bordeaux....	I	1	11	55	94
2. Blé de Bordeaux....	II	»	1	51	96
3. *Square-head*.......	I	»	11	93	100
4. *Square-head*.......	II	1	9	79	99
5. Massy.............		»	4	23	99
6. Riety.............		6	8	91	97
7. *Carlotta Strampelli*.		»	3	48	99
8. Pétanielle blanche...	I	6	39	95	98
9. Pétanielle »	II	13	61	89	99
10. Inversable Vilmorin.	I	2	16	47	98
11. Inversable »	II	»	8	75	99
12. *Ardito* (*Strampelli*).		3	57	100	100
13. *Gentile Rosso*.......		2	36	95	100
14. *Cologna Veneta*....		4	11	97	100
15. Manitoba..........		»	30	97	98

Dans une expérience antérieure j'ai obtenu des résultats de même ordre avec de grosses semences de folle avoine, provenant elles aussi de la dernière récolte, seconde décade de juin.

Conclusions. — 1° Il est confirmé que l'après-maturation chez le blé nouvellement récolté n'existe pas. C'est une question d'inhibition des hautes températures habituelles au moment de la récolte; il suffit de mettre les semences en substratum à une basse température (6 à 7° C., ou même seulement 12 à 14° C.) pour voir promptement les semences germer à 100 pour 100.

2° Quant à cette faculté de germer à basse température, les variétés de blé se différencient nettement les unes des autres; parmi les types étudiés les Poulards germent à plein à une température de 12 à 14°; de même qu'ils peuvent aussi germer avec un pourcentage relativement haut, à 20-22° C. Vice versa, d'autres variétés telles que le blé de Bordeaux, le *Square-head*, le Massy, le *Carlotta Strampeli* ne germent seulement qu'à la température de 6 à 7° C. Des observations faites en plein champ durant l'été 1925 dans la Basse Vallée du Pô, où il plut plusieurs fois dans la période entre la moisson et le battage, il résulta que la variété *Carlotta Strampelli* supporta des dommages presque insignifiants, contrairement à ce qui arriva aux blés Poulards qui furent les plus endommagés.

3° Il semble qu'on peut supposer que la façon de se comporter, des variétés répond à un caractère héréditaire. Ainsi le blé *Carlotta Strampelli*

obtenu par le croisement du Rieti-Massy se comporte comme le Massy qui, à son tour, tire son caractère de ses parents (Blé de Bordeaux et *Square-head*);

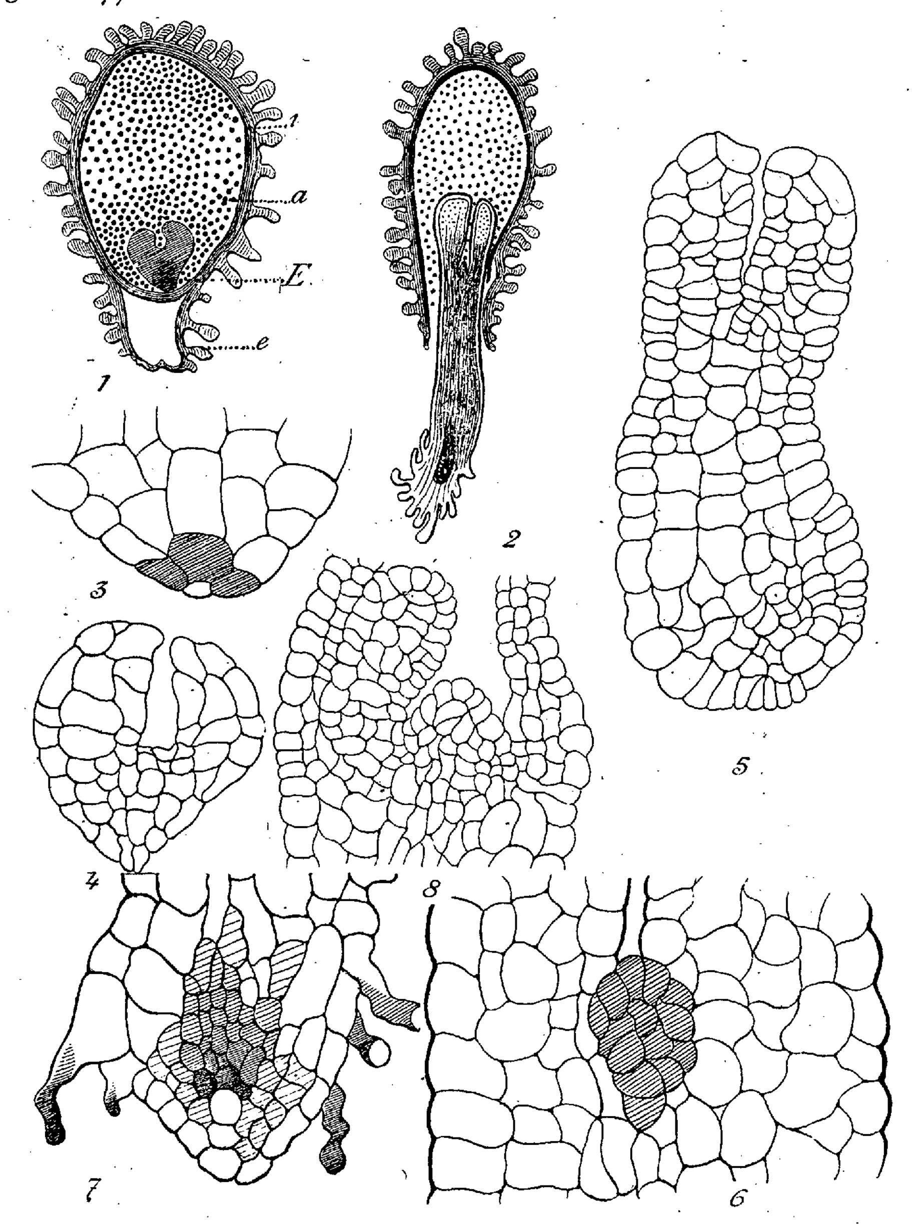
4° Les semences fraîches d'autres céréales cultivées (orge, seigle, avoine) suivent le blé dans sa faculté de germer à une basse température; même la folle avoine (gros grains) a montré en juillet une tendance très nette à germer en peu de jours à la température de 7° C. environ.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Observations sur le développement postembryonnaire du* Drosera rotundifolia *L.* Note (¹) de M. **Ch. Killian**, transmise par M. Ch. Flahault.

L'étude anatomique du développement postembryonnaire du *Drosera rotundifolia* m'a fourni les résultats suivants : la graine est entourée d'un tégument externe, brun et verruqueux, formant une saillie tubulaire (*fig.* 1, gr. 41), et d'un tégument interne (*i*), continu et renfermant un albumen (*a*) qui, avant la germination, englobe l'embryon (E). Celui-ci présente une partie apicale, avec deux cotylédons, et une partie basale, radiculaire. Par son allongement l'embryon rompt le tégument interne et s'engage dans le tube constitué par le tégument externe (*fig.* 2, gr. 41). Les cotylédons formés de cellules cubiques à contenu dense et à membranes particulièrement minces au voisinage de l'endosperme, restent inclus à l'intérieur de la graine. Au pôle radiculaire (*fig.* 3) on distingue, au grossissement de 353, une région méristématique, caractérisée par la disposition très régulière et la densité du protoplasme de ses cellules. Un autre méristème s'ébauche au pôle opposé, entre les deux cotylédons (*fig.* 4, gr. 165). Ces deux méristèmes se retrouvent chez la plantule plus âgée (*fig.* 4, gr. 165). Dans la région basale on reconnaît une grande initiale sous-épidermique qui détermine principalement la croissance en largeur de la radicule, dans la région apicale il y a un second centre de croissance qui préside à l'allongement des cotylédons et de l'axe hypocotylé; il se constitue là un point végétatif, tel que le représente la figure 6 (gr. 225). L'activité de ces deux méristèmes se manifeste toujours de la même façon : on reconnaît, à un stade plus avancé, dans la partie radiculaire (*fig.* 7, gr. 165) la même initiale qui a engendré le *plérome*, tissu axial à petites cellules cubiques, et le *périblème*, périphérique, à grandes cellules. Ces tissus sont protégés par

(¹) Séance du 30 novembre 1925.

une coiffe rudimentaire, entièrement couverte de poils absorbants brunis (*fig.* 2 et 7).



Cette structure, spécifique pour une racine, s'efface au-dessus de la région des poils : les tissus radiculaires sont subitement remplacés par un parenchyme homogène, constituant l'axe hypocotylé.

Le développement de la région apicale, représenté par la figure 8 (gr. 165), n'a rien de particulier. On y reconnaît, à gauche du cône végétatif, une ébauche foliaire.

D'après ce qui précède, le développement postembryonnaire du *Drosera rotundifolia* présente les caractères suivants, normaux :

L'embryon forme ses trois organes, cotylédons, axes hypocotylé et radiculaire, nettement distincts les uns des autres. Leur accroissement est déterminé par deux méristèmes; l'un situé au-dessous de la région cotylédonaire, l'autre situé dans la région apicale: celui-ci avait échappé, jusqu'ici, à l'attention des chercheurs. Son développement se distingue du type classique (1) par le fait que l'accroissement de l'axe hypocotylé dépasse rapidement celui de la radicule dont la réduction se manifeste : 1° par sa différenciation tardive; 2° par la simplification de sa structure; 3° par la transformation de sa coiffe en organe absorbant. Comme cette racine a conservé, à l'état d'ébauche, ses caractères anatomiques, le terme de protocorme, préconisé par Diels (2), pour désigner l'axe hypocotylé, doit être rejeté.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'*Exoascus deformans (*Berk*) *Fuck*, Note (3) de Mlle **Panca Eftimiou**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

L'*Exoascus deformans* est un champignon parasite qui produit une maladie connue sous le nom de cloque du Pêcher : ce champignon a été étudié autrefois en ce qui concerne la formation des asques et les phénomènes de karyogamie qui l'accompagnent (4); mais il restait à établir plus complètement la structure du thalle, la façon dont il se comporte à l'intérieur de la feuille et les modifications d'ordre pathologique auxquelles il donne naissance.

Le thalle du parasite n'est pas localisé comme on pourrait le croire à la surface supérieure de la feuille; ses filaments se rencontrent dans tout ou

(1) Contrairement à l'opinion de C.-A. Peters (*Proc. of the Am. Ass. for the advanc. of Science*, 46th meeting, 1897, p. 275) qui prétend que son développement correspond au type classique « sauf en quelques points de moindre importance ».

(2) L. Diels, *Droseraceen* dans Engler, *das Pflanzenreich*, 112, 1906, p. 4. Voir aussi les travaux de Heinricher dans *Zeitschr. des Ferdinandeums*, 3, p. 1 et 300. Innsbruck, 1902.

(3) Séance du 7 décembre 1925.

(4) P.-A. Dangeard, *La reproduction sexuelle des Ascomycètes* (*Le Botaniste*, 4e série, 1894, p. 30-35).

partie de son épaisseur et ils atteignent parfois la surface de l'épiderme inférieur: les filaments de surface sont situés dans la paroi des cellules épidermiques, au-dessous de la cuticule; les filaments internes circulent dans les méats intercellulaires.

Ce thalle est formé d'articles plurinucléés dont certains possèdent jusqu'à 12 ou 14 noyaux; plus tard, ceux de ces articles qui se développent à la surface de la feuille, subissent quelques cloisonnements qui ramènent à deux le nombre des noyaux par article; c'est à l'intérieur de ces articles binucléés que s'opère le phénomène de karyogamie qui est à l'origine de l'asque; ces noyaux ont la structure ordinaire avec nucléole central et nucléoplasme plus ou moins granuleux.

Mais outre ces noyaux, le thalle renferme par article un grand nombre de très petites sphères très régulières et très chromatiques : *ce sont les cytosomes qui n'avaient pas encore été signalés dans ce groupe*.

Les modifications produites dans la feuille par le parasite se manifestent par une prolifération active des tissus de cette feuille, augmentant notablement l'épaisseur de cette feuille avec un nombre d'assises dépassant parfois 15 ou 16 et davantage; selon le mode de dispersion du parasite, le cloisonnement affecte tout le tissu compris entre les deux épidermes, soit seulement la face supérieure dans sa région palissadique.

J'ai recherché comment se comportent les noyaux des cellules au cours de ce cloisonnement; leur volume a plus que doublé; leur contour est devenu plus ou moins irrégulier et, au lieu d'un seul nucléole, ils en possèdent deux ou trois et parfois une demi-douzaine : ces noyaux, sous l'influence du parasite, accumulent donc beaucoup de chromatine nucléolaire. *Toutes les divisions sont des divisions directes*, sans jamais aucune trace de mitose; la bipartition se fait soit par une simple échancrure, soit par étirement. Beaucoup de cellules renferment deux noyaux; la plupart des cloisons s'établissent parallèlement à la surface.

Dans les cellules normales de la feuille, le *plastidome* est représenté par de nombreux chloroplastes qui tapissent les parois des cellules en palissade et des cellules du mésophylle; ils sont très chromatiques et se colorent en noir par l'hématoxyline ferrique. Le *cytome* est constitué par une quantité considérable de petites boules également très chromatiques, dispersées dans le cytoplasme et qui représentent les *cytosomes*; quelques-uns de ceux-ci, très rares d'ailleurs, sont allongés en courts bâtonnets (1).

---

(1) La terminologie adoptée se trouve exposée dans P.-A. Dangeard, *La structure des Vauchéries dans ses rapports avec la terminologie nouvelle des éléments cellulaires* (*La Cellule*, 35, 1924, p. 239 et suiv.).

Sous l'action du parasite, les chloroplastes se *transforment complètement en amidon* : on voit apparaître à leur intérieur un nombre variable de sphérules amylacées incolores qui se développent en grains d'amidon : ceux d'un même chloroplaste donnent ainsi un grain composé où toute trace de substratum chromatique a disparu. Le *cytome*, de son côté, est entré progressivement en dégénérescence : beaucoup de sphérules se sont déformées; un nombre assez grand ont pris la forme de petits bacilles; finalement, les cellules ne montrent plus qu'un noyau, des grains d'amidon, et des trabécules cytoplasmiques avec quelques granulations irrégulières sans signification.

La feuille, aux endroits non parasités, possède dans les cellules épidermiques, un *chromidium* tannifère assez dense qui se précipite, sous l'action du fixateur Regaud, en quelgues *endochromidies* de différentes grosseurs; ces *endochromidies* se colorent en brun foncé par l'hématoxyline ferrique.

Au niveau des cloques, en particulier à la face supérieure, le chromidium tannifère du vacuome n'est pas précipité; il remplit toute la vacuole d'une solution colloïdale brune et dense; au-dessous de l'épiderme, on observe deux ou trois assises de cellules renfermant de nombreuses *endochromidies*.

L'action du parasite ne semble pas entraver la formation du tannin : il la favorise plutôt.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'hérédité chez l'*Helianthus tuberosus Dangeardi. Note [1] de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

L'*Helianthus tuberosus Dangeardi* L. D., dont j'ai indiqué l'origine dans deux précédentes Notes [2], est l'un des exemples les plus démonstratifs de l'hérédité des caractères acquis à la suite du greffage. J'ai étudié cette année cette variété multipliée : 1° par ses tubercules aériens; 2° par ses tubercules souterrains; 3° par greffage et surgreffage.

Les tubercules aériens ont été divisés en deux lots : le premier fut planté le 15 novembre 1924; le second, le 24 mars 1925, en même temps que les tubercules souterrains. Les tubercules plantés en novembre sont entrés en

---

(1) Séance du 7 décembre 1925.

(2) Lucien Daniel, *Hérédité d'un caractère acquis par greffe chez le Tapinambour* (*Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1449); *L'Hérédité chez les plantes greffées* (*Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1198).

végétation à l'époque normale. Malgré les dégâts causés par les vents violents de cette année qui brisèrent facilement nombre de rameaux latéraux au détriment de la fonction de réserve, tous les exemplaires m'ont, fin octobre, donné à la fois des tubercules aériens et des tubercules souterrains. L'hérédité de ce caractère acquis est donc complète, quatre années après son apparition sur l'épibiote Topinambour placé sur Soleil en 1921.

Les pieds provenant des plantations faites à la fin de mars ont poussé très tardivement et peu vigoureusement d'abord, car des pluies abondantes tassèrent la terre au début d'avril. Quand les tiges eurent 40 à 50^{cm} de hauteur, je les buttai comme des Pommes de terre. Les tiges buttées émirent des racines adventives à la base de la terre remuée et les parties anciennes moururent. Mal fixées au sol, les parties aériennes furent déracinées ou couchées par le vent, ce qui nuisit à leur végétation ou les fit périr en totalité ou en partie. Les Topinambours restants étaient, les uns, souffreteux; les autres, vigoureux. Les premiers n'ont pas fourni de tuberculisation aérienne, mais quelques petits tubercules souterrains; les seconds ont donné à la fois des tubercules des deux sortes, quoique en plus petit nombre que chez les exemplaires provenant de la plantation de novembre.

Quant aux greffes et aux hyperbioses dans lesquelles figurait comme épibiote ou hyperbiote l'*Helianthus tuberosus Dangeardi* provenant des pieds mis en terre en novembre, elles ont donné des résultats très variés. Comme à l'ordinaire, tous les hypobiotes Soleil portant le Topinambour sont devenus durs et volumineux. En octobre, ils étaient encore très verts et furent attaqués par les limaces et les guêpes qui pompèrent les sucres s'écoulant par les plaies. Les épibiotes ont donné, les uns une floraison abondante avec peu ou pas de tubercules aériens; les autres, pas ou peu de fleurs, mais des tubercules aériens allongés, abondants au sommet et sur les côtés des rameaux. Deux épibiotes ont en outre fourni des tubercules aériens situés à la base des rameaux. Chez tous les exemplaires, dont la durée de la vie de l'appareil aérien a été prolongée de plus d'un mois, la couleur et la disposition des feuilles a été très variable. Les unes étaient restées entièrement vertes; d'autres étaient vivement colorées, surtout à la face supérieure devenue rouge-brun violacé; la face inférieure et quelquefois la face supérieure étaient vivement colorées seulement sur les nervures qui se détachaient sur le parenchyme vert plus ou moins jaunâtre ou légèrement violacé çà et là. Le pigment était localisé dans l'épiderme. Rien n'était variable comme le coloris suivant les pieds et suivant les feuilles chez un même pied.

Chez les hyperbioses, l'hypobiote était constitué par le type primitif à tubercules rugueux et arrondis; il a subi des transformations intéressantes chez quelques exemplaires. Dans l'association établie entre ce Topinambour pris pour hypobiote, l'*Helianthus annuus* comme mésobiote et l'*Helianthus tuberosus Dangeardi* pour hyperbiote, l'hypobiote a donné des tubercules groupés, petits et de forme semblable à ceux de l'hyperbiote. Dans une autre hyperbiose, l'*Helianthus multiflorus* remplaçait l'*H. Dangeardi* comme hyperbiote; l'hypobiote Topinambour a donné des tubercules arrondis portés par de longs rhizomes comme chez l'*H. multiflorus*.

Ces faits, que M. P.-A. Dangeard a pu vérifier dans une visite récente, ont une portée théorique et pratique considérable et viennent à l'appui de mes observations antérieures sur la variation causée par la greffe.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des huiles du groupe chaulmoogrique.* Note de M. **Em. André**, présentée par M. Ch. Moureu.

Depuis fort longtemps, l'observation empirique a conduit plusieurs peuples à utiliser pour le traitement de la lèpre diverses huiles extraites des graines de certains arbres qui croissent dans les régions tropicales de l'Asie, de l'Océanie, de l'Amérique du Sud et de l'Afrique. Ce n'est pas sans surprise que les botanistes ont reconnu que toutes les plantes qui les produisent appartiennent à une seule famille : celle des Flacourtiacées.

L'huile de chaulmoogra de l'Inde, dont l'origine est attribuée aujourd'hui d'une manière certaine au *Taraktogenos Kurzii*, est la plus anciennement connue des huiles antilépreuses. En Indo-Chine, en Chine, au Japon et dans les archipels de l'Océanie, on utilise les huiles retirées des graisses d'un certain nombre d'*Hydnocarpus*; les nègres de l'Afrique occidentale emploient la graisse retirée des graines de l'*Oncoba echinata*, et les peuplades de l'Amazone, l'huile des graines du *Carpotroche brasiliensis*.

En étudiant l'huile de chaulmoogra et l'huile de Krabao (fournie par les graines de l'*Hydnocarpus anthelmintica*), le chimiste anglais Power et ses collaborateurs ont découvert, de 1904 à 1907, deux acides gras nouveaux : l'acide chaulmoogrique et l'acide hydnocarpique. Ces acides, qui ont le pouvoir rotatoire droit, ont été reconnus comme des dérivés du cyclopentène; c'est à eux que l'on a attribué les propriétés thérapeutiques des huiles qui les contiennent.

Le développement de la lèpre parmi les populations indigènes de nos colonies, son apparition en France, sur laquelle des voix autorisées viennent d'appeler l'attention, nous ont amené à penser que l'étude des huiles antilèpreuses méritait d'être reprise et élargie. Nous avons pu extraire au laboratoire sept sortes d'huiles de Flacourtiacées qui passent toutes, dans leur pays d'origine, pour avoir des propriétés curatives contre la lèpre, et dont plusieurs d'entre elles n'avaient encore jamais été examinées. Leurs principaux caractères physiques et chimiques sont consignés dans le tableau suivant :

Huiles ou graisses.	Densité.	Indice de réfraction n_D.	Pouvoir rotatoire α_D.	Point de fusion.	Indice de saponification.	Indice d'iode (Hanus).
Taraktogenos Kurzii (huile de chaulmoogra)	0,9425 à 32°	»	+48°00′	33°,0-39°,0	210,4	96,1
(1) *Hydnocarpus anthelmintica* (huile de Krabao)	0,9447 à 29°	1,4755 à 29°	+58°10′	26,0-29,0	191,0	90,0
(2) *Id*	0,9427 à 32°	1,4742 à 29°	+48°00′	25,0-26,0	187,3	88,3
Hydnocarpus wightiana (huile de Kavatel)	0,9330 à 32°	1,4780 à 29°	+61°40′	28,0-32,0	197,2	103,0
Hydnocarpus alpina	0,9346 à 32°	1,4764 à 29°	+57°00′	20,5	201,0	95,0
Asteriastigma macrocarpa	0,9217 à 32°	1,4725 à 25°	+44°00′	37,0-39,0	189,4	82,8
Oncoba echinata (graisse de Gorli)	0,9286 à 32°	1,4740 à 31°	+56°10′	40,5-41,5	184,5	98,0
Carpotroche brasiliensis	0,9499 à 32°	1,4755 à 31°	+53°40′	21,0-23,0	183,7	106,1

Ces diverses huiles ont été extraites par l'éther, à l'exception de l'huile de Krabao n° 2, qui a été extraite par pression. Les pouvoirs rotatoires ont été déterminés en solution chloroformique à la dilution de $\frac{1}{20}$.

L'examen des données numériques qui précèdent montre que ces diverses huiles possèdent un certain nombre de caractères communs, dont le plus important est de dévier fortement à droite le plan de lumière polarisée.

Les exemples sont rares, dans la classification végétale, de familles fournissant un certain nombre d'huiles que l'on peut réunir en un groupe chimique homogène. L'huile de ricin est, en dehors des huiles chaulmoogriques, la seule huile végétale dont les glycérides possèdent le pouvoir rotatoire (+ 4° à + 5°); elle est d'ailleurs une exception parmi les huiles d'Euphorbiacées. Les Crucifères fournissent un certain nombre d'huiles riches en acide érucique, caractérisé par son poids moléculaire élevé, et

l'on retire de l'albumen de plusieurs palmiers des beurres végétaux riches en glycérides d'acides gras de faible poids moléculaire (¹).

Les premiers résultats de nos recherches nous permettent de penser que le pouvoir rotatoire des huiles chaulmoogriques n'est pas dû uniquement aux acides chaulmoogrique et hydnocarpique. Les dissolvants organiques nous ont permis de séparer toutes les huiles que nous avons examinées en une partie liquide et une partie solide, où s'accumulent les glycérides de ces deux acides. Néanmoins, la partie liquide possède le plus souvent un pouvoir rotatoire à peu près aussi élevé que la partie solide. On doit en conclure qu'il existe des acides gras liquides fortement dextrogyres, et peut-être se rattachent-ils, eux aussi, au cyclopentène.

Signalons en terminant que nous avons examiné un certain nombre d'huiles de chaulmoogra du commerce. Les caractères de plus de la moitié d'entre elles correspondent mieux à ceux des huiles d'*Hydnocarpus anthelmintica* et d'*Hydnocarpus wightiana* qu'à ceux de l'huile de *Taraktogenos Kurzii*. Il est probable que l'on vend sous l'étiquette commerciale d'huile de chaulmoogra des huiles d'origines botaniques différentes.

ETHNOGRAPHIE. — *Radiographies pour le diagnostic de la nature du travail humain exécuté sur les dents en ethnographie.* Note de M. **Marcel Baudouin**, présentée par M. Charles Richet.

J'ai eu récemment l'occasion d'étudier un collier du Soudan, formé de dents humaines (²). Sur ce collier, quatre dents au moins portaient des traces de *travail humain*, c'est-à-dire correspondaient à des faits de *mutilations dentaires*, bien connus en ethnographie africaine. Trois de ces dents étaient taillées en *pointe;* la quatrième en *crochet*.

Mais il s'agissait de déterminer si ce travail avait été exécuté sur la *dent vivante*, c'est-à-dire encore en place dans la bouche du sujet porteur, ou

---

(¹) Dans le règne animal, les huiles retirées du lard et de la tête des Delphinidés sont les seules qui contiennent de l'acide phocénique.

(²) Baudouin et E. Bouland, *Un collier du Soudan à dents humaines (Semaine dentaire*, Paris, 1925, 7, n° 50, 13 décembre, 1204-1217, 5 figures).

bien correspondait à une action sur une dent tombée, ou sur une dent de cadavre ou squelette !

Les radiographies, grandies six fois de ces dents, comparées à celles de dents normales, permettent d'affirmer que la mutilation a été exécutée *in vivo*, fait très important au point de vue Ethnographie.

En effet, sur les dents n°s 5, 8, 9 et 12, il n'y a pour ainsi dire pas de parties claires surtout au n° 9 — dans la région de la couronne ! — Cela prouve que la *chambre pulpaire* a presque disparu, par invasion d'un tissu nouveau (ivoire) à ce niveau. Cela est certainement dû au *traumatisme*, produit sur le vivant, et, d'ordinaire, chez l'adolescent. Par contre, on voit que les *canalicules dentaires* de ces 4 dents ne sont pas modifiés ; l'irritation n'est pas descendue, jusqu'à leur niveau, certainement.

C'est là une preuve de la mutilation dentaire *in vivo*. Il n'en aurait pas été ainsi si le travail humain avait été effectué sur une dent *morte*, extraite ou tombée. La chambre pulpaire n'aurait pas changé d'aspect. Rien ne se serait modifié.

On a donc désormais, par la Radiographie, un moyen de savoir si les dents ont été travaillées, qu'il s'agisse de préhistoire ou d'Ethnographie, pendant la vie ou après leur chute des maxillaires.

PHYSIOLOGIE. — *Influence des variations de la température extérieure sur la grandeur de l'action dynamique spécifique chez les Poïkilothermes*. Note de M. **R. Bonnet**, présentée par M. Henneguy.

Rubner a montré que, si l'on essaie de couvrir à l'aide de matières protéiques les dépenses énergétiques d'un homéotherme, et cela pour des températures extérieures s'éloignant du point de neutralité thermique, l'action dynamique spécifique diminue, puis disparaît. Il semble donc que cette action consiste en une production d'extra-chaleur perdue pour l'homéotherme placé au point de neutralité thermique mais utilisée pour couvrir les besoins de thermogenèse.

S'il en est bien ainsi, l'extra-chaleur ne sera jamais utilisable chez les poïkilothermes, lesquels n'ont aucun besoin de calorification. Et dans ces conditions la perte d'énergie correspondant à l'action dynamique spécifique devra toujours, chez eux, présenter la même intensité quelle que soit la température extérieure. C'est ce que nous avons essayé de vérifier,

Weiss ayant antérieurement mis en évidence l'existence de l'action dynamique spécifique des protéiques chez la Grenouille.

Nous avons expérimenté sur deux poïkilothermes : la Grenouille verte et la Tortue. Chez ces animaux, les échanges respiratoires ont été mesurés (méthode de confinement pour la Grenouille, méthode de Haldane pour la Tortue), d'abord après inanition prolongée, ensuite après large couverture des besoins par alimentation composée uniquement soit d'amidon, soit de graisse, soit de viande.

Le détail des techniques et l'exposé de l'ensemble des résultats seront réunis dans un prochain Mémoire. Dans le tableau ci-dessous, nous avons relevé, à titre d'exemple, les moyennes des résultats expérimentaux pour un animal de chaque espèce. Les échanges sont évalués en petites calories par kilogramme d'animal et par heure.

Température en deg. C.	Inanition. — Calories par kg-heure.	Amidon. Calories par kg-heure.	Augment. en pour 100.	Graisse. Calories par kg-heure.	Augment. en pour 100.	Viande. Calories par kg-heure.	Augment. en pour 100.
			Grenouille.				
7-8...	107,45	102,87	—4,2	121,36	13,0	141,44	31,5
19....	372,34	377,09	+1,2	422,53	13,4	487,10	30,5
24....	457,91	445,26	—2,7	527,93	15,4	613,80	34,0
32....	639,78	616,91	—2,0	730,48	14,1	869,36	35,8
			Tortue.				
26-27.	174,9	180,0	+2,8	193,5	10,6	234,9	34,2
30....	201,9	210,5	+4,2	"	"	269,0	33,2
35....	280,8	285,3	+1,6	309,9	10,3	388,1	38,2
37....	331,56	333,6	+0,6	"	"	450,8	36,0
39-40.	375,8	376,2	0	"	"	494,4	31,6

Ces résultats répondent sans la moindre équivoque à la question posée : la perte d'énergie correspondant à l'action dynamique spécifique, chez les animaux n'ayant aucun besoin de calorification, reste rigoureusement la même quelle que soit la température extérieure.

C'est donc une nouvelle démonstration du fait que l'action dynamique spécifique consiste en une production d'extra-chaleur utilisable seulement dans le cas des organismes homéothermes dont la marge de thermogenèse est largement découverte et perdue dans tous les autres cas : poïkilothermes ou homéothermes placés au point de neutralité thermique.

On remarquera en outre que les valeurs observées chez les poïkilothermes étudiés (augmentation des échanges de 12 ponr 100 en moyenne avec les graisses, de 35 pour 100 avec les protéiques) sont les mêmes que celles déterminées par Rubner chez les homéothermes; preuve nouvelle que l'action dynamique spécifique n'est pas la conséquence d'un processus d'excitation mais consiste en une perte d'énergie au cours de l'utilisation, perte d'énergie évidemment identique chez tous les êtres vivants.

PHYSIOLOGIE. — *Influence des électrolytes du milieu sur les échanges gazeux des Mousses.* Note de **MM. André Mayer** et **L. Plantefol**, présentée par M. M. Molliard.

Étant donnée l'influence considérable que la composition du milieu en électrolytes exerce sur certaines propriétés fondamentales de la cellule et notamment sa perméabilité, il y a lieu de rechercher si cette composition influe aussi sur les oxydations cellulaires. Au cours de nos études sur la respiration des Mousses [1], nous avons été amenés à envisager cette question.

Technique. — Pendant une partie de leur vie, les Mousses fonctionnent comme organismes plongés dans l'eau. Nous nous sommes donc cru fondés à immerger des lots de Mousses dans les solutions de divers électrolytes, puis à les essorer, en leur conservant leur imbibition maxima, et à examiner alors leurs échanges respiratoires, en les comparant avec ceux qu'elles présentaient à l'imbibition maxima avant l'immersion dans la solution d'électrolyte.

Nous avons étudié l'action de $NaCl$, NO^3Na, SO^4Na^2, SiO^3Na^2, PO^4Na^3, $CH^3.COONa$, — $NaCl$, KCl, $CaCl^2$, — SO^4Na^2, $(SO^4)^3Al^2$, $(SO^4)^2La$, à diverses concentrations entre $\frac{N}{1000}$ et N, et de HCl, NO^3H, SO^4H^2, PO^4H^3 ainsi que des acides acétique, butyrique, citrique et picrique à diverses concentrations entre $\frac{N}{20000}$ et $\frac{N}{10}$.

Nous avons mesuré l'oxygène consommé et l'acide carbonique produit.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX. — A. *Intensité des oxydations.* — D'une façon générale, les solutions salines exercent une action sur la respiration et cette

---

[1] *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1385; 179, 1924, p. 204; *Annales de Physiologie et de Physicochimie biologique*, 1, 1925, p. 64-84, 233-238, 239-279, 361-393.

action est toujours de même sens. La respiration est augmentée pour certaines concentrations, puis pour des concentrations plus fortes, diminuée. L'augmentation peut être assez importante et peut porter l'intensité respiratoire de 100 à 256, 210, 208, 188, 179.

Les différents sels d'un même anion n'agissent pas également : le maximum de leur action se produit pour des concentrations différentes; par exemple $\frac{N}{25}$ pour NO^3Na, $\frac{N}{10}$ pour SO^4Na^2 et PO^4Na^3, $\frac{N}{2}$ pour NaCl et CH^3CO^2Na; d'autre part, le maximum atteint n'est pas toujours le même; mais il est du même ordre de grandeur.

Certains sels se comportent différemment et, ou bien ne produisent pas d'augmentation des oxydations, ou même (comme $CaCl^2$) les diminuent sans que, pour aucune concentration plus faible, ils les aient augmentées.

Pour des raisons que nous aurons à développer et qui tiennent à la biologie des Mousses, nous avons comparé à l'action des sels celle des acides. Elle se traduit par une courbe analogue à celle de l'action des sels. A partir d'une certaine concentration, les acides augmentent les oxydations jusqu'à un maximum. Les concentrations plus élevées abaissent l'intensité des échanges.

Les concentrations actives des acides sont beaucoup plus faibles que les concentrations actives des sels $\left(\text{maximum des oxydations pour NaCl } \frac{N}{2} \text{ et HCl } \frac{N}{300}\right)$.

B. *Nature des oxydations.* — L'étude du quotient respiratoire montre que dès que la concentration des électrolytes s'élève assez pour porter l'intensité des échanges à son maximum, le quotient respiratoire se rapproche de l'unité ou l'atteint. Au contraire, quand les échanges diminuent, le quotient s'éloigne de l'unité. Ainsi la composition du milieu influe non seulement sur l'intensité, mais sur la nature des échanges.

C. *Durée de l'action exercée par les électrolytes.* — Lorsque l'intensité des échanges a été augmentée sous l'influence des sels, cette augmentation est assez durable et continue pendant plusieurs jours. Il en est de même pour l'excitation produite par les faibles doses d'acides. Quand les concentrations en acides minéraux sont assez fortes pour diminuer les échanges, cette diminution est généralement suivie d'une augmentation compensatrice. Ce phénomène ne se retrouve pas pour l'excitation produite par les acides organiques.

La concentration du milieu en électrolytes a donc une action très nette sur l'intensité et la nature des échanges respiratoires des Mousses.

CYTOLOGIE. — *Un facteur physique de mouvement cellulaire pendant la culture des tissus* in vitro. Note de MM. **E. Fauré-Fremiet** et **Robert Wallich**, présentée par M. Henneguy.

I. Lorsqu'un fragment de tissus est mis en culture *in vitro*, on observe au bout de peu de temps l'émigration d'un grand nombre d'éléments cellulaires qui quittent le « transplant » et passent dans le milieu de culture en constituant la « zone d'invasion ». Ce premier phénomène est indépendant de l'accroissement et de la multiplication des cellules, et l'on sait qu'il apparaît dans le simple cas de survie. Les cellules qui passent dans la zone d'invasion sont allongées perpendiculairement à la surface du « transplant » et sont animées d'un mouvement centrifuge par rapport au centre de figure de celui-ci. Outre les phénomènes de thigmotactisme, on a invoqué, pour expliquer ce mouvement radial d'émigration, un cytotropisme négatif à l'égard des substances formées dans la masse du transplant, l'acide carbonique, par exemple.

L'un de nous a observé que des complexes d'amibocytes d'Arénicole ou de *Nephthys*, par exemple, transportés dans une goutte d'eau de mer, pouvaient donner une zone d'invasion, les amibocytes actifs quittant le complexe transplanté en glissant radialement sur les interfaces eau-air ou eau-verre qui limitent la goutte pendant sous le couvre-objet.

L'étude des vitesses de translation montre alors que, tandis que les amibocytes isolés ne présentent que des *mouvements propres absolument désordonnés et dont la vitesse n'excède pas* 10$^{\mu}$ *par minute*, *les amibocytes émigrant d'un complexe présentent un mouvement radial, c'est-à-dire orienté, dont la vitesse est environ dix fois plus grande.* De plus, tandis que dans le premier cas les amibocytes se déforment activement dans toutes les directions possibles autour de leur centre de figure, ils s'allongent dans le second cas et s'étirent sur une grande longueur suivant l'axe du mouvement. Les mêmes faits ont été observés en ce qui concerne la zone d'invasion d'une culture de tissus véritables.

Une telle disposition serait évidemment réalisée si les cellules périphériques d'un transplant étaient soumises, *passivement*, à une *traction* centrifuge.

II. Considérons maintenant les mouvements d'amplitude maximum, qui se passent à l'interface eau-air, dans le cas d'un transplant placé dans un milieu liquide (non structuré) en goutte pendante. La surface libre de la

goutte largement étalée étant au préalable finement saupoudrée de talc, le transplant tombe, lorsqu'on retourne la lamelle de verre, sur l'interface eau-air recouverte de particules; on voit alors celles-ci s'écarter *progressivement* du transplant qui s'entoure d'une auréole claire. Ce phénomène commence presque aussitôt et s'arrête quand la totalité du talc est repoussée aux limites de la goutte liquide. Nous supposerons provisoirement qu'une substance indéterminée diffuse à partir du transplant et s'étale en nappe moléculaire à la surface de l'eau en repoussant le talc.

Les cellules périphériques suivent cet étalement, mais avec un certain retard, en sorte que le front de la zone d'invasion est à une certaine distance du front d'étalement; mais cet étalement est beaucoup plus rapide que les mouvements de cellules propres, et celles-ci se trouvent étirées en direction radiale, *comme si elles étaient entraînées passivement par la nappe moléculaire superficielle*. Cette expérience est particulièrement démonstrative avec les complexes d'amibocytes, et nous l'avons répétée avec des transplants de cœur de Poulet embryonnaire, de peau de fœtus de Cobaye, etc. Par contre, les amas de cellules d'Éponge (obtenus par la méthode de Wilson), qui ne donnent jamais de zone d'invasion, ne déterminent qu'un écartement insignifiant ou nul des grains de talc.

III. Un fragment de cœur de Poulet ou de tout autre tissu embryonnaire ou adulte, préalablement lavé comme pour une mise en culture, étant amené au contact de la surface saupoudrée de talc d'une solution physiologique de NaCl placée dans une grande cuvette, on observe la formation progressive d'une zone d'étalement qui peut s'étendre librement. Nous avons alors utilisé quelques dispositifs employés par Marcelin pour l'étude de la pression superficielle des lames monomoléculaires. Un « piston » formé par une lame flottante paraffinée étant placé à une extrémité de la cuvette, la surface libre talquée est touchée avec une trace d'acide oléique de manière que celle-ci puisse prendre son étalement maximum; la surface correspondante est talquée à nouveau, et le fragment de tissu placé au milieu. Un nouvel étalement progressif se réalise autour de celui-ci. On enlève alors le fragment et l'on comprime à l'aide du piston la couche moléculaire d'acide oléique et la couche centrale provenant du tissu; celle-ci diminue de surface ou revient à son aire primitive suivant que l'on accentue la compression ou que l'on exerce une détente. On est donc en droit de l'interpréter également comme une lame moléculaire. L'étalement centrifuge de cette lame peut entraîner passivement des éléments cellulaires, si toutefois certaines conditions d'adhésivité et de déformabilité de ces éléments sont satisfaites.

ZOOLOGIE. — *Sur la faculté d'enkystement dans l'eau de la larve du* Gordius aquaticus *L.* Note de M. **A. Dorier**, présentée par M. Ch. Gravier.

Depuis longtemps, on s'est ingénié à expliquer l'accès, dans un hôte terrestre, de la larve des Gordiens qui, comme on le sait, éclôt dans l'eau.

Quelques auteurs partisans d'un hôte intermédiaire, tels que von Linstow (1892) et Blunck (1922) ont pensé que l'hôte définitif, terrestre et carnassier s'infeste en dévorant certains Insectes ou Amphibiens dont les stades aquatiques renferment souvent de nombreuses larves de Gordius enkystées D'autres auteurs admettent que la larve des Gordiens évolue dans un seul hôte chez lequel elle ne pourra parvenir que grâce à sa résistance à l'air humide Muller (1920), ou bien parce que l'hôte est amené accidentellement ou volontairement au contact de l'eau. C'est ainsi que Villot (1891) fait intervenir l'inondation naturelle ou artificielle des prairies et G. May (1919) suppose que certaines Locustides, hôtes du *Gordius robustus* Leidy, vont à l'eau la nuit.

Au cours de recherches que nous poursuivons au Laboratoire de Grenoble sur l'évolution des Gordiens, nous avons eu l'occasion de faire une série d'observations qui nous paraissent de nature à expliquer le passage direct de la larve du *Gordius aquaticus* L. dans un hôte terrestre, sans qu'il soit nécessaire que ce dernier aille à l'eau pour s'infester. Nous avons en effet constaté que la larve du *Gordius aquaticus* L. a la faculté de s'enkyster dans l'eau et de résister ensuite pendant longtemps, même sur l'herbe humide, à la manière des Cercaires, pour reprendre sa vie active dès qu'elle arrive dans un hôte favorable.

Dans le Furon, cours d'eau des environs de Grenoble, on trouve fréquemment des individus adultes de *Gordius aquaticus* L. dont l'hôte normal est ici une larve de Phryganide appartenant au genre *Stenophylax* Kol.

Nous avons recueilli, en septembre, au sein d'un peloton sexuel de *Gordius aquaticus* L. des pontes qui nous donnèrent de nombreuses larves.

Or, tandis que quelques-unes de ces larves restaient en activité pendant plusieurs semaines, la plupart, en moins de 24 heures après leur éclosion, se repliaient sur elles-mêmes et s'entouraient d'une substance hyaline présentant les réactions de la mucine, et produite vraisemblablement par les glandes sécrétrices du début de l'abdomen. Ainsi se forme un véritable kyste ovale, transparent, et mesurant en moyenne $40 \times 28^{\mu}$. A son intérieur,

la jeune larve est enroulée sur elle-même avec sa trompe et ses couronnes de crochets rétractées.

Si l'on traite de tels kystes, même au bout de plusieurs semaines, par le suc digestif d'une larve de Stenophylax, on les voit d'abord se gonfler; et quelques minutes plus tard la larve s'en échappe, dévaginant sa trompe et ses crochets et manifestant une grande activité. On obtient le même résultat, après un temps variable, avec le suc digestif de la larve d'*Epeorus torrentium* Etn., *Pachytylus cinerascens* Fieb., *Stenobothrus* sp. et *Procrustes coriaceus* L. ce dernier, hôte normal et terrestre de *Gordius aquaticus* L. De jeunes *Physa fontinalis* L. et *Planorbis carinatus* O. F. Mull. placées dans un récipient contenant des kystes, ont montré, 48 heures plus tard, des larves en activité dans différentes parties de leur corps, notamment dans le pied et la glande génitale.

Nous avons pu également nous assurer que les kystes conservaient leur vitalité pendant plusieurs semaines aussi bien à l'air sur un brin d'herbe ou de mousse, que dans l'eau.

Conclusions. — 1° La larve du *Gordius aquaticus* L. est capable de s'enkyster dans l'eau immédiatement après sa sortie de l'œuf;

2° Le kyste peut résister plusieurs semaines dans l'eau ou à l'air humide et, au bout de ce temps, mettre sa larve en liberté sous l'action du suc digestif de l'hôte approprié. Ainsi est rendue possible l'infestation directe des hôtes terrestres du *Gordius aquaticus* L., venant simplement pâturer sur des détritus exondés, et sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir un bain forcé ou un hôte intermédiaire.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Réaction du liquide blastocœlien chez le pluteus d'Oursin dans la première phase du développement.* Note [1] de MM. **L. Rapkine** et **M. Prenant**, présentée par M. F. Mesnil.

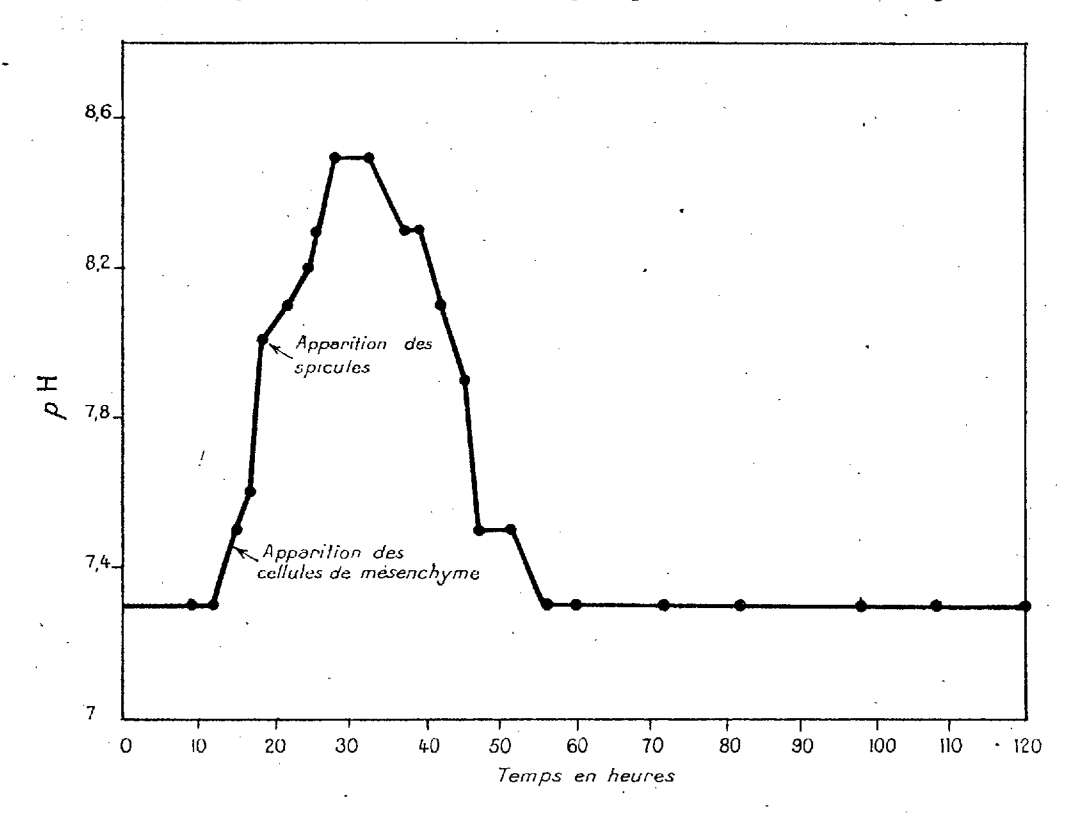
Nous avons étudié, par microinjection de colorants de la série de Clark pour la mesure du pH, la réaction de milieu du liquide blastocœlien chez les larves d'Oursins. Les précautions prises autour de ces opérations étaient les mêmes que celles déjà décrites [2].

Les variations du pH au cours du développement chez *Paracentrotus lividus* Lamarck sont données en fonction du temps par la courbe ci-après. Dans la blastula, et jusqu'à la formation du mésenchyme primaire,

(1) Séance du 7 décembre 1925.

(2) L. Rapkine et A. Dambovigeanu, *C. R. Soc. Biol.*, 93, 28 novembre 1925, p. 1346.

le pH reste constant; sa valeur est de 7 à 7,3, suivant le pH exact de l'eau de mer ambiante, aux environs de Roscoff. A partir de la formation du mésenchyme primaire (c'est-à-dire, à peu près, du début de la gastru-



lation), il s'élève d'abord brusquement (en 6 heures environ) jusqu'aux environs de 8, puis plus lentement (en une dizaine d'heures) jusqu'à 8,5. C'est au moment où il atteint 8 qu'apparaît la première indication des spicules calcaires. Une fois monté à 8,5, le pH reste constant pendant 5 heures environ, puis redescend en 24 heures à peu près à sa valeur initiale, voisine de la neutralité. Il y reste ensuite, au moins jusqu'à la 120e heure du développement. Nous ne l'avons pas suivi au delà.

Il est clair que la montée et la descente de la courbe sont en rapport avec le dépôt du calcaire. La chute de pH est un phénomène nécessairement corrélatif de la précipitation de calcaire. Pour interpréter l'élévation de pH qui la précède, il faut considérer séparément les cellules du mésenchyme et le liquide blastocœlien; nous ne pouvons étudier la réaction du milieu que dans ce dernier, mais les premières jouent dans l'élaboration du calcaire un rôle actif, comme le montre leur étude cytologique. L'ap-

parition de ces cellules coïncidant exactement avec le début de l'élévation du pH, il est probable que ce sont elles qui déclenchent celle-ci par absorption de gaz carbonique. A partir du moment où le calcaire se dépose, à cette absorption se superpose le phénomène de précipitation, qui tend à abaisser le pH; mais les deux processus sont d'abord simultanés, parce que l'activité des scléroblastes se poursuit dans les mêmes conditions après l'apparition de la première ébauche spiculaire. C'est ainsi que la courbe monte d'abord plus lentement, puis présente un palier, avant de commencer à descendre.

Chez les larves d'*Echinocardium cordatum* (Pennant), où apparaît en outre, vers la 36e heure, la pièce calcaire apicale, spéciale aux Spatangides, la courbe des pH coïncide exactement avec celle de *Paracentrotus lividus*, et par conséquent la pièce apicale d'*Echinocardium* semble être physiologiquement équivalente aux renflements apicaux des baguettes du corps chez *Paracentrotus*, renflements qui se font vers la même époque, par accumulation des mêmes scléroblastes, et qui manquent chez *Echinocardium*.

A noter encore que les pièces calcaires, formées de calcite, du pluteus, commencent à s'ébaucher à un pH de 8 environ; or, d'après des essais en cours, il semble bien que les pH voisins de 8 sont justement ceux où la cristallisation à l'état de calcite se fait de façon optima.

Enfin les données précédentes mettent en évidence l'intervention du liquide blastocœlien dans le dépôt du calcaire; il ne faudrait donc pas attribuer à cet égard, comme l'a fait Runnström (¹), une importance trop exclusive aux anastomoses intercellulaires, et négliger les phénomènes qui se passent dans le liquide blastocœlien.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les pertes d'azote dans l'épuration des eaux d'égout par le procédé des boues activées.* Note de M. **Lucien Cavel**, présentée par M. A.-Th. Schlœsing.

On sait que dans l'effluent épuré des eaux d'égout par le procédé des lits bactériens, on ne retrouve jamais sous forme de nitrates et de nitrites la totalité de l'azote préexistant dans l'eau brute. Il manque toujours quelque chose au bilan de l'azote.

Dans le procédé des boues activées, il y a aussi des pertes, dont j'ai voulu mesurer l'importance. Mais comme celles-ci sont difficiles à saisir, en raison

(¹) *Ann. Inst. Océanogr.*, 6, 1914, f. 5, p. 1-185.

des faibles quantités d'azote en présence, j'ai augmenté artificiellement, pour plus de précision, la dose d'azote, en faisant agir la boue activée sur de l'eau d'égout additionnée de composés ammoniacaux en solutions connues. A cet effet, j'ajoute à un volume déterminé d'eau d'égout, renfermant 20 pour 100 de boue activée, une certaine quantité de solution titrée de $SO^4(AzH^4)^2$ à 2^g par litre, par exemple 10^{cm^3}; puis j'insuffle de l'air jusqu'à élimination totale de l'ammoniaque constatée au réactif de Nessler. L'opération est ainsi renouvelée autant de fois qu'il est nécessaire, pour arriver à ce que la disparition de l'ammoniaque soit rendue impossible par la formation des acides libres formés, ainsi que je l'ai précédemment démontré ([1]).

En opérant de cette façon, avec une marche ininterrompue, on arrive à obtenir un liquide assez riche en produits d'oxydation de l'azote, dans lequel, s'il n'y avait pas de pertes, on devrait retrouver tout l'azote préexistant et celui qui a été introduit artificiellement.

De nombreuses expériences ont été ainsi faites, avec les sels suivants : AzH^4Cl, $SO^4(AzH^4)^2$, $CO^3(AzH^4)H$, AzH^4Fl, et solution de AzH^3. Puis, comparant les quantités de nitrates et nitrites obtenues, j'arrive à trouver des pertes dépassant 40 pour 100.

Voici un exemple représentant la moyenne de quatre expériences faites avec $SO^4(AzH^4)^2$:

	Résultats exprimés en milligrammes d'azote.
Azote total à l'origine dans le mélange eau-boue...........	189,28
Azote ajouté au cours des essais sous forme de $SO^4(AzH^4)^2$....	119,50
Total de l'azote engagé........	308,78
On retrouve à la fin :	
Azote organique dans le mélange eau-boue...............	95,20
Azote des nitrates et nitrites............................	74,60
Azote ammoniacal restant..............................	8,00
Total de l'azote retrouvé........	177,80
Azote manquant...............	130,98

Ce qui représente une perte de 42,4 pour 100 de l'azote engagé. Ce chiffre tombe dans les limites de ceux qui ont été obtenus autrefois par Müntz et Lainé ([2]). Il est intéressant à considérer en ce sens qu'il confirme d'une façon inattendue, par un procédé qui était inconnu à l'époque où ces savants

([1]) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1095.
([2]) *Comptes rendus*, 146, 1908, p. 53.

firent leurs travaux, les pertes considérables en azote qu'on observe dans l'épuration biologique des eaux d'égout.

Dans l'application industrielle des boues activées, ces pertes se perçoivent moins facilement et n'atteignent généralement pas cette importance, parce que l'épuration n'est pas poussée aussi loin qu'au laboratoire. On écourte autant qu'on le peut le temps de contact de l'eau et de la boue parce que l'énergie coûte cher (insufflation ou agitation mécanique); et l'on se contente d'une clarification suffisante, obtenue par fixation des colloïdes azotés sur la boue activée. On ne vise pas non plus à la disparition totale de l'ammoniaque.

De sorte que dans l'ensemble la transformation des différents azotes est faible.

Il n'en est pas moins vrai qu'au point de vue théorique, la question des pertes d'azote présente un certain intérêt. Comme d'autre part je me suis assuré qu'il n'y avait pas d'ammoniac dégagé dans les expériences précitées, je suis porté à croire que le mécanisme de ces pertes doit vraisemblablement aboutir à l'azote libre, comme dans le cas des lits bactériens.

PATHOLOGIE — *Nouvelles recherches sur les relations entre l'âge et l'apparition des troubles d'avitaminose* C. Note de MM. **G. Mouriquand** et **M. Bernheim**, présentée par M. Widal.

Nous avons montré [1] que, devant une même alimentation déficiente (régime du scorbut aigu), les âges ne sont pas égaux. Les animaux jeunes souffrent et meurent plus précocement que les adultes de cette carence.

Mais les résultats de ces expériences s'appliquaient à des animaux dont le poids s'échelonnait entre 200^g et 1300^g, par conséquent entre 1 mois et demi et 18 mois environ.

Nous avons, depuis, cherché à savoir comment se comportaient vis-à-vis de l'avitaminose C les cobayes très jeunes, dont le poids était inférieur à 200^g.

Nos expériences ont porté sur 30 sujets; leur poids variait entre 70^g et 800^g. Les plus jeunes étaient mis en expérience de 15 jours à 3 semaines après la naissance.

Le Tableau suivant montre la date de l'apparition des signes cliniques de scorbut (sensibilité à la pression du genou et crépitation neigeuse) chez ces animaux, soumis au régime de l'avitaminose C (orge et foin) :

---

[1] Mouriquand et Michel, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 652.

Apparition de la sensibilité (en jours).

		Chiffres extrêmes.
De 70g à 200g (10 sujets)..........	13	11 et 14
De 200g à 400g (10 sujets).........	7,5	6 et 9
De 600g à 800g (10 sujets).........	16,3	13 et 23

Apparition de la crépitation (en jours).

De 70g à 200g (10 sujets)..........	19	16 et 23
De 200g à 400g (10 sujets).........	14,8	13 et 16
De 600g à 800g (10 sujets).........	25,7	23 et 30

Ces résultats confirment le fait, déjà mis en évidence antérieurement, que l'avitaminose C frappe d'une manière bien plus tardive les sujets adultes que les jeunes. Mais ils montrent également que, parmi ces derniers, il faut faire une distinction entre les très jeunes animaux (entre 70g et 200g et les jeunes entre 200g et 400g).

Chez les premiers, en effet, nous avons noté un retard très net à l'apparition des signes de scorbut. Une telle constatation nous avait frappés depuis longtemps, mais il fallait l'étayer sur une expérimentation précise.

Il apparaît donc que si, près de la naissance, l'animal est davantage sensible qu'à l'âge adulte à l'avitaminose C, il offre à cette carence une résistance plus considérable que s'il y est soumis à une période un peu plus avancée de l'existence.

On pourrait dès lors supposer que dans les premiers jours de la vie l'animal possède, en substances minimales, des réserves d'origine maternelle, qui lui permettent de lutter pendant un certain temps contre les troubles provoqués par une alimentation déficiente.

L'hypothèse que nous proposons repose sur des faits expérimentaux bien établis. Mais elle nous paraît d'autant plus intéressante qu'elle cadre avec des observations analogues de la clinique humaine.

On sait, en effet, que chez le nourrisson, les premiers symptômes du scorbut aigu n'apparaissent guère avant l'âge de six mois. Jusqu'à cette période de l'existence, l'enfant présente un terrain qui semble impropre à l'éclosion de l'avitaminose C.

La séance est levée à 16h 10m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 DÉCEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Tzitzéica**, professeur à l'Université de Bucarest et membre de l'Académie roumaine, qui assiste à la séance.

PHYSIOLOGIE. — *Effets des sels de zirconium, de titane et de manganèse sur la nutrition.* Note (¹) de MM. **Charles Richet**, **Gardner** et **Goodbody**.

Nous avons cherché à savoir quelle pouvait être l'action des sels de zirconium, de titane et de manganèse sur la nutrition générale, administrés à dose modérée.

A cet effet, nous avons adopté comme sels les citrates de titane, de zirconium et de manganèse pour les mélanger à l'alimentation de chiens normaux. La dose était toujours de 1^g; soit, pour des chiens pesant à peu près 10^{kg}, $0^g,1$ par kilogramme.

Quatre chiens ont reçu du citrate de zirconium, quatre ont reçu du citrate de titane, quatre ont reçu du citrate de manganèse. La dose était toujours de 1^g. Les uns en recevaient tous les jours; les autres tous les deux jours; les autres tous les trois jours; les autres tous les quatre jours.

L'expérience a duré 146 jours, du 14 juin au 10 novembre 1925.

Bien entendu il y eut, outre ces douze chiens, trois chiens pris comme

---

(¹) Séance du 21 décembre 1925.

témoins et alimentés de la même manière, mais sans recevoir zirconium, titane ou manganèse.

Au bout de ces 146 jours, les quinze chiens se portaient tous fort bien, et même ils n'ont jamais, ni les uns ni les autres, présenté le moindre accident.

Pourtant l'étude des poids comparatifs fournit quelques détails qui méritent d'être indiqués. Soit le poids corporel égal à 100 au 14 juin, il a été le 10 novembre (146 jours) :

	1 gramme			
	tous les jours.	tous les 2 jours.	tous les 3 jours.	tous les 4 jours.
C de zirconium...........	110	105	112	109
C. de titane..............	92	98	93	96
C. de manganèse..........	84	93	110	120

Témoins : 89, 84, 98. Moyenne : 90,

Dégageons les conclusions de cette expérience :

1° Ni le zirconium, ni le titane, ni le manganèse n'ont d'effet toxique;

2° Le titane et surtout le zirconium paraissent avoir une légère action favorable sur la nutrition.

En effet, la moyenne des poids pour les chiens au zirconium a été de 107, pour les chiens au titane elle a été de 95, et seulement de 90 pour les chiens témoins.

Avec les sels de manganèse, les résultats ont été singuliers. Le citrate de manganèse ingéré tous les jours a été nettement défavorable (poids centésimal : 84) tandis que ce même sel, administré à un autre chien tous les quatre jours, a été, semble-t-il, très favorable, puisque c'est sur ce chien que le maximum de poids a été observé (120 au lieu de 90, moyenne de trois témoins, au lieu de 100, moyenne des onze autres chiens).

Pour permettre des conclusions fermes, il faudrait multiplier ces longues expériences. En tout cas, il est avéré que le zirconium, dont l'étude physiologique n'avait pas encore été faite, et le titane, ne sont pas toxiques et qu'ils n'exercent, quotidiennement ingérés, à la dose de 1^{g}, aucune action nocive sur la nutrition [1].

---

[1] Il a paru quelques travaux sur les effets physiologiques ou thérapeutiques du titane. Watt (1896) montra que les plantes assimilent les sels de titane. Baskerville a montré que la proportion des sels de titane dans les organismes vivants était de 0^{g},022 pour 1000. Pick (*Medicinische Klinik*, 37, 1911, p. 1272) a établi l'action antiseptique des titanates, inoffensifs d'ailleurs à la dose de 2^{g} par jour chez le lapin.

Quant au zirconium, on emploie l'hydroxyde de zirconium, qui est complètement insoluble, pour la radiographie de l'estomac et de l'intestin, comme succédané du nitrate de bismuth. Mais nous ne connaissons aucune recherche sur les propriétés physiologiques de ce métal.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la trempe des alliages légers aluminium-cuivre renfermant plus de 5 pour 100 de cuivre.* Note de MM. **Léon Guillet** et **Jean Galibourg.**

Au Congrès de Chimie appliquée de 1921, l'un de nous attira l'attention sur la trempe d'alliages Al-Cu qui se fait sans passage à travers une ligne de transformation, par simple variation de proportion des constituants. Depuis ces travaux (1), des recherches ont été poursuivies aux États-Unis et en France qui ont abouti à un alliage renfermant 5 pour 100 Cu et 1 pour 100 environ de Mn; trempé à 565° et réchauffé à 110° durant 200 heures, il donne

$$R = 43^{kg},5 \quad \text{et} \quad A \text{ pour } 100 = 22 \quad (^2).$$

D'autre part, on sait que l'alliage Cu = 12 à 13 pour 100, Al = 88 à 87 pour 100, est couramment utilisé dans la fabrication des pistons de moteurs à explosion. Les incidents survenus avec certains pistons de moteurs très poussés nous ont conduits à traiter cet alliage et à examiner la question dans son ensemble.

Le tableau suivant donne quelques-unes des variations de dureté et de résistivité observées sur des alliages coulés dont la teneur en cuivre varie de 7 à 45 pour 100 :

			Trempé à 525°.							
Teneur en Cu	Recuit à 450 (3).		Non revenu (4).		Après 48 heures à tempér. ordin.		Revenu à 1000° durant 4 heures.		Revenu à 200° pendant 4 h.	
%.	Δ.	ρ.	Δ.	ρ.	Δ.	ρ.	Δ.	ρ.	Δ.	ρ.
7...	35,4	3,80	59,0	4,76	67	4,84	66	4,85	66,5	4,57
10...	39,5	3,74	69	4,84	74	4,96	81	4,89	88,5	4,63
12...	45,5	3,84	78,5	5,06	86	5,20	88,5	5,10	88	4,80
15...	45	4,05	84,5	5,37	89	5,50	93,5	5,39	95,5	4,99
20...	47	4,30	96	5,75	89	5,90	101	5,75	107	5,39
25...	61,5	4,68	105	6,04	117	6,17	119	5,77	119	5,62
33...	88,5	5,05	154	6,34	158	6,40	163	5,84	148,5	5,84
45...	124	6,86	182	8,24	168	8,37	187	8,18	164,5	8,14

(1) Guillet, *Revue de Métallurgie*, 1922, 19, Mémoires, p. 170.

(2) Portevin et François Le Chatelier, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 311.

(3) Avec refroidissement lent.

(4) Toutes les trempes ont été faites à l'eau; Δ = dureté Brinell; ρ = résistivité en microhms-cm².

Ces premiers résultats montrent :

1° L'influence considérable de la trempe et du revenu sur la dureté qui est très souvent doublée dans le traitement optimum.

(D'autres essais, que nous ne pouvons décrire ici, ont d'ailleurs prouvé que ces alliages durcissent par simple coulée en moules froids.)

2° L'action du traitement thermique sur la résistivité qui croît, non seulement par trempe, mais aussi, pour certains alliages, par revenu. Ce fait, déjà signalé pour le duralumin, est anormal.

Les examens micrographiques ont indiqué des phénomènes analogues à ceux présentés par le duralumin. Le fond de la structure s'éclaircit par trempe, tandis que sous l'influence du revenu il y a précipitation à l'état très divisé du composé Al^2Cu. Toutefois, les phénomènes ne sont pas ici encore d'une grande netteté. Quoi qu'il en soit, nous pouvons ajouter que le traitement des pistons (alliage renfermant 12 pour 100 Cu), consistant dans une trempe à 475° suivie d'un revenu à 250° durant 1 heure, a diminué considérablement nos préoccupations.

L'étude très détaillée que nous avons faite de ces phénomènes constitue assurément le meilleur exemple que l'on puisse signaler de famille d'alliages prenant la trempe, alors qu'ils ne présentent aucun point de transformation.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte d'une faune de Vertébrés albiens à Timimoun (Sahara occidental).* Note [1] de MM. **Ch. Depéret** et **J. Savornin.**

L'un de nous, chargé du service géologique des territoires du Sud, a reçu en 1924 de M. le capitaine Burté, administrateur de la commune indigène de Timimoun, un intéressant envoi de Vertébrés fossiles recueillis aux environs de ce poste. Ces pièces proviennent de la grande *foggara* (galerie souterraine d'adduction d'eau) qui alimente ce poste, et de deux gisements distincts de cette galerie, l'un à 2^{km}, l'autre à 5^{km} de Timimoun. Les fossiles ont été recueillis dans les déblais des puits qui atteignent cette foggara à la profondeur de 36^m pour le premier et de 40^m pour le second.

La coupe géologique de la région montre, en discordance sur un substratum primaire, probablement Dévonien supérieur, une série régu-

(1) Séance du 21 décembre 1925.

lière subhorizontale, avec faible pendage au S-E, comprenant de bas en haut.

1. Argile imperméable formant la base de l'Albien;
2. Grès friable plus ou moins grossier et petits conglomérats siliceux, ferrugineux, avec débris peu roulés de quartz jaunâtre. Cette assise est le niveau aquifère de la foggara et aussi le niveau des Vertébrés fossiles;
3. Grès quartziteux plus durs.

Cet ensemble, d'âge albien, passe plus à l'E en concordance sous un plateau de marno-calcaires Cénomaniens (Batem bou Demane) identiques à ceux de la Batem Samani (S. de Fort Mac-Mahon) et de la falaise d'El Goléa.

Les documents paléontologiques se rapportent à deux ordres de Reptiles: Dinosauriens carnassiers et Crocodiliens, et à un Poisson Sélacien de type Hybodonte.

I. *Dinosauriens Théropodes.* — A la famille des *Mégalosauridés* appartiennent deux dents caniniformes, inclinées en arrière en forme de sabre turc, très comprimées en travers, avec deux arêtes tranchantes et crénelées. L'une de ces dents, trouvée dans le puits le plus rapproché de Timimoun, est incomplète à sa base. La portion terminale conservée mesure 65^{mm} de long sur 32^{mm} de largeur maximum et 15^{mm} d'épaisseur. Les deux faces sont presque également convexes. Les deux arêtes sont ornées sur toute leur longueur de crénelures très fines; mais il existe en outre sur les deux côtés de ces arêtes des plis moins nombreux que les crénelures, obliques vers le bas, qui vont en s'effaçant sur les faces de la couronne, mais se rejoignent néanmoins d'un côté à l'autre en sortes d'ondulations concentriqnes concaves vers le haut.

L'autre dent trouvée à 5^{km} de Timimoun, dans le puits terminal de la *foggara*, est encore plus incomplète, étant mutilée sur son bord antérieur et sur sa face interne. On ne voit bien que la face externe et l'arête postérieure garnie sur toute sa longueur de crénelures plus fortes que dans l'autre dent. On retrouve sur la face externe les plis obliques et les ondulations concentriques semblables à celles de l'autre pièce. Cette dent était encore plus forte que la précédente, car la partie conservée de la couronne mesure 70^{mm} à partir de la pointe et il semble bien qu'il s'agisse à peine de la moitié de la longueur totale.

Nous avons donc affaire ici à un Mégalosaure de très grande taille.

Rapports et phylogénie. — Si l'on considère uniquement les caractères de la dentition, on peut classer les Mégalosauridés en une série d'*apparence*

phylétique continue, d'après l'étendue des crénelures de l'arête antérieure des dents. Tandis que, dans toutes les espèces, l'arête postérieure est crénelée sur toute sa longueur, les crénelures antérieures sont limitées au tiers supérieur de l'arête dans les formes les plus anciennes : *Megalosaurus Bucklandi*, V. Meyer, du Bajocien et du Bathonien, s'étendent sur la moitié de l'arête dans les formes du Jurassique supérieur : *Streptospondylus Cuvieri*, de l'oxfordien de Dives, *M. insignis* Deslongchamps du Kimméridgien et du Portlandien, *M. Dunkeri* Koken du Purbeckien et du Wealdien, et couvrent toute la longueur de l'arête antérieure dans les espèces du Gault et du Crétacé supérieur : *M. superbus* Sauvage du Gault du bassin de Paris, *Dryptosaurus aquilinguis* Cope du grès vert d'Amérique, *M. crenatissimus* Depéret, du Sénonien de Madagascar.

Y a-t-il là une série vraiment phylogénique? Il est permis de faire des réserves, comme l'un de nous l'a indiqué à diverses reprises ([1]), sur une évolution fondée sur la considération d'un seul organe, et il est plus prudent pour se prononcer plus sûrement de connaître les caractères de l'ensemble du squelette. Cela pourrait nous amener peut-être à diviser les Mégalosauridés en deux ou plusieurs rameaux phylétiques distincts.

Quoi qu'il en soit, le *Megalosaurus* de Timimoun s'apparente par sa très grande taille et par son arête antérieure entièrement crénelée aux formes récentes du groupe et notamment au *M. superbus* de l'Albien du bassin de Paris, dont-il diffère toutefois par les plis obliques et les ondulations concentriques de l'émail sur les deux faces des dents.

Nous avons là certainement l'indication d'une espèce nouvelle, à laquelle nous donnerons le nom de *M. saharicus*, en faisant ressortir que c'est *la première fois qu'un Reptile de ce groupe est signalé sur toute l'étendue du continent africain*.

II. *Crocodiliens.* — A cet ordre appartient une dent incomplète à sa base, conique, un peu comprimée en travers, avec légère arête en avant et en arrière, et émail strié en long (longueur 26^{mm}; largeur maximum 12^{mm}). Cette dent est identique aux dents latérales du *Dyrosaurus*, Crocodilien mésosuchien de la famille des Téléosauridés, dont le type provient des couches phosphatées du Crétacé terminal de Tunisie, d'Algérie et du Maroc. Il se peut que l'on ait affaire à une *mutation albienne* de petite taille du genre *Dyrosaurus*; mais l'attribution générique, fondée sur une dent unique, doit demeurer tout à fait provisoire.

([1]) Voir notamment C. Depéret, *Les transformations du monde animal*, 1916.

III. *Sélaciens.* — Un Squale de la famille des *Hybodontidés* est représenté par un fragment d'épine que sa forme symétrique indique comme un premier rayon de nageoire dorsale. Ce piquant est orné de profonds sillons parallèles comme chez les *Hybodus* jurassiques. Mais nous l'attribuerons plutôt au genre voisin *Synechodus* S. Woodw, du Crétacé inférieur et supérieur du bassin anglo-parisien. Des espèces de ce genre ont été décrites par S. Woodward de l'Albien de Folkstone et par Priem de l'Albien de Beauvais. Nous noterons simplement l'espèce de Timimoun sous le nom provisoire de *Synechodus* sp.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Contribution à l'étude de la matière fulminante : La couleur. Hétérogénéités chimiques.* Note (¹) de M. E. **Mathias.**

1. Soit une foudre sphérique née d'un éclair fulgurant linéaire qui a éclaté, s'est transformé, est tombé dans un air sans corps fixe ou organique en suspension. Alors, *la matière fulminante est pure*. Si un observateur est, comme M. Jean Kœchlin, de Bitschwiller, assez favorisé pour assister à toutes les phases du développement d'une telle foudre, *il voit la succession des couleurs du corps noir qui se refroidit*, la matière fulminante n'atteignant la forme sphérique ou quasi sphérique que quand la température superficielle est suffisamment basse. Les foudres pures n'ont pratiquement que trois couleurs : jaune, orangé ou rouge, avec les teintes de passage jusqu'au rouge sombre. Au point de vue fréquence, les globes jaunes sont rares, les globes orangés assez fréquents, les globes rouges les plus fréquents à cause du temps mis par la matière fulminante pour arriver en se refroidissant à l'aire minima.

L'apparition des foudres sphériques étant fortuite, le plus souvent elle passe inaperçue; quand, par hasard, un observateur en voit une, il note sa couleur *à ce moment*, les récits mentionnant habituellement une seule couleur, comme si celle-ci n'était pas fonction de la température superficielle de la matière fulminante.

2. Le professeur Galli a publié une statistique de 81 cas dans lesquels la couleur des foudres sphériques *et des autres formes à contour défini* est indiquée avec précision par les témoins ou les rédacteurs des récits; cette statistique (²) peut se mettre sous la forme suivante :

(¹) Séance du 21 décembre 1925.

(²) Ignazio Galli, *Principali caratteri dei fulmini globulari*, § 30, p. 56 (Estratto dalle *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, 28, 1910).

Couleurs du refroidissement du corps noir, simples ou doubles	47 cas
Autres couleurs, simples ou doubles..............................	20 »
Couleurs variées (non indiquées)................................	4 »
Couleur noire...	6 »
Couleur blanche sans lumière propre.............................	4 »

Il y a 9 cas sur 81 (fréquence 11 pour 100) où la couleur du globe n'est pas unique. Ces hétérogénéités colorées se résument ainsi :

1.	Vert avec des zones rouge et jaune.........	1 cas
2.	Orangé avec des taches rouges.............	1 »
3.	Rouge et blanc............................	1 »
4.	Jaune et blanc............................	1 »
5.	Bleu et blanc.............................	1 »
6.	Couleurs variées non explicitées...........	4 »

La différence de couleur précise les *hétérogénéités thermiques* de la surface. Dans le cas 2, les taches rouges sont plus froides que la matière orangée; dans les cas 3 et 4, le rouge et le jaune sont respectivement plus froids que le blanc; dans les cas 1 et 6, l'hétérogénéité thermique est plus compliquée.

3. Étudions maintenant les 20 cas des couleurs, simples ou doubles, autres que *celles du refroidissement du corps noir* (dont la fréquence est 47/81 ou 58 pour 100), et autres que le *noir* et le *blanc sans lumière propre*. On a :

1.	Couleur	bleue..........................	12 cas
2.	»	verte..........................	4 »
3.	»	violette.......................	2 »
4.	»	rouge puis blanc...............	1 »
5.	»	blanche et bleue...............	1 »

Les 20 cas, de fréquence 25 pour 100, *sont caractérisés par le bleu, seul ou superposé aux couleurs du refroidissement du corps noir* [1].

Si l'on fait rentrer le *blanc sans lumière propre* dans le cas précédent, (blanc = *bleu* + orangé), le tableau comprendrait 24 cas, la fréquence devenant sensiblement 30 pour 100.

Quel est donc le corps qui apporte la coloration bleue nécessaire pour rendre compte de certaines teintes?

On sait que souvent, et surtout en temps d'orage, l'air est agité à des hauteurs considérables et peut tenir en suspension des matières végétales

---

[1] On a : vert = *bleu* + jaune, violet = *bleu* + rouge, blanc = *bleu* + orangé. On doit faire rentrer dans ce cas celui des trois globes vus par la famille Heynard au sommet du puy de Dôme, le 15 avril 1916, dont la couleur était un blanc légèrement mauve : mauve = *bleu* + rose.

ou animales (pollen, graines, spores, animalcules). Or les matières protéiques, qui constituent essentiellement le protoplasme de tous les êtres vivants, contiennent de 0,3 à 2,4 pour 100 de soufre ([1]). Dès lors, tout s'explique; selon que le soufre absorbé par la matière fulminante est réparti à sa surface régulièrement ou non, la couleur bleue du soufre qui brûle apparaîtra en tous les points de la foudre ou seulement en quelques-uns, se superposant à celle du corps optiquement noir qu'est la matière fulminante pure.

La présence des sulfures de fer, de cuivre ou d'or dans les matières laissées par la foudre ne permet pas de doute sur la présence du soufre dans certaines matières fulminantes. Le cas le plus ancien paraît dû au chimiste Bonjean ;

« Le dimanche 14 juin 1846, la foudre tomba sur l'église paroissiale de Saint-Thibaud-de-Couz à trois lieues de Chambéry. Ayant entendu dire que des objets dorés avaient été noircis par ce coup de foudre, je me transportai sur les lieux le lendemain de l'accident, afin d'examiner quelle pouvait être la nature de cette altération, et m'assurer si le soufre ne serait point, en partie, la cause du phénomène. »

La dorure d'un cadre et de six chandeliers avait été transformée en sulfure d'or. Et Bonjean conclut, dès le 20 juillet 1846 :

« Il me paraît démontré que l'éclat de la foudre peut, au moins quelquefois, être accompagné de soufre à l'état de combinaison acide. Cet acide ne serait pas l'acide sulfureux qui tend à transformer les métaux en sulfites ou en sulfates, mais bien l'acide sulfhydrique dont l'odeur est généralement reconnue en l'espèce ([2]). »

Certaines foudres n'ont pas d'odeur. Lorsqu'elles en ont, les témoins s'accordent pour assimiler l'odeur à celle du *soufre brûlé*, ou de la *poudre brûlée*, ou pour parler d'odeur nauséabonde.

On pourrait attribuer l'odeur à l'ozone, corps bleu qui existe normalement dans l'air, est dû à des causes diverses (électrification de l'oxygène, fécondation des végétaux) et dont l'odeur est à la fois alliacée et sulfureuse. Or si l'odeur de certaines foudres est sulfureuse, habituellement personne ne signale l'odeur alliacée de l'ozone. De plus, la persistance de l'odeur sulfu-

---

([1]) LAMBLING, *Précis de Biochimie*, p. 23-24. Masson et Cie, Paris, 1919.

([2]) BONJEAN, *Présence du soufre sur les corps métalliques foudroyés* (*Comptes rendus*, **23**, 1846, p. 153).

reuse de certaines foudres pendant 24 heures ou plus est absolument incompatible avec l'instabilité bien connue de l'ozone [1].

Une dernière conclusion s'impose ; *la matière fulminante pure n'a pas d'odeur*, celle-ci étant liée à la présence du soufre, donc à la présence de la lumière bleue dans les foudres de forme plus particulièrement sphériques.

BOTANIQUE. — *Remarques sur l'importance attachée au mode d'insertion des carpelles pour la classification des espèces du genre Rosa.* Note [2] de **M. G.-A. Boulenger.**

A la suite de Baillon [3], Crépin [4] a attiré l'attention sur l'insertion des carpelles dans l'urcéole ou coupe réceptaculaire du *Rosa microphylla* [5], qui serait exclusivement au fond de la coupe sans envahir les parois latérales, comme chez la plupart des *Rosa* (dont il faut exclure *Hulthemia*); plus tard, dans une Note intitulée *Sur la situation des ovaires et des akènes dans la coupe réceptaculaire des Rosa* [6], il a annoncé que ce mode d'insertion, basilaire, se retrouve chez d'autres espèces : *R. carolina*, *R. humilis*, *R. lucida*, *R. nitida* et *R. foliolosa*, constituant la section *Carolinæ*, qui « nous offrira, de la sorte, un nouveau caractère pour la séparer de la section *Cinnamomeæ*, dont les espèces nous ont toutes semblé avoir leurs ovaires ou leurs akènes insérés non seulement dans le fond de la coupe réceptaculaire, mais encore à une certaine hauteur sur les parois latérales ».

Aussi, dans ses classifications subséquentes, Crépin a-t-il caractérisé comme suit les deux sections en question. Je reproduis ici les définitions qui ont paru dans la « Nouvelle classification des Roses » (*Journal des Roses*, 1891).

Section VII. — *Carolinæ* Crép. — *Styles libres*, *inclus*, à stigmates recouvrant

---

(1) Ignazio Galli, *Gli effetti fisici e chimici dei Fulmini globulari*, § 20, p. 50 (Estratto dalle *Memorie della Pontificia Accademia Romana dei nuovi Lincei*, 30, 1912).

(2) Séance du 21 décembre 1925.

(3) *Adansonia*, 10, 1876, p. 74.

(4) *Bull. Soc. Bot. Belg.*, 25, II, 1886, p. 11.

(5) Crépin cite aussi une communication épistolaire de Decaisne, qui l'informe avoir indiqué cette espèce comme section du genre *Rosa* dans le *Bon Jardinier* de 1850, sous le nom de *Platyrhodon*. J'ai parcouru ce volume sans réussir à découvrir l'indication en question. Dans la définition du genre *Rosa* (p. 131), les ovaires sont dits « nombreux, réunis au fond du tube calicinal ».

(6) *Bull. Soc. Belg.*, 28, II, 1889, p. 87.

l'orifice du réceptacle; *ovaires insérés au fond du réceptacle; sépales étalés après l'anthère* ou *un peu relevés, caducs* avant la maturité du réceptacle, les extérieurs un peu appendiculés ou entiers; inflorescence ordinairement plurifore, à bractées étroites ou dilatées; stipules adnées, les supérieures souvent étroites, rarement plus larges que les inférieures; feuilles moyennes des rameaux florifères 7 — ou 9 — foliolées; tiges dressées; *aiguillons droits* ou arqués, *régulièrement géminés* sous les feuilles, très rarement tous alternes.

SECTION VIII. — *Cinnamomeæ* Crép. — *Styles libres, inclus*, à stigmates recouvrant l'orifice du réceptacle; *ovaires à insertion baso-pariétale; sépales entiers, redressés après l'anthère, couronnant le réceptacle pendant sa maturation et persistants;* inflorescence ordinairement pluriflore, rarement multiflore, à bractées ordinairement plus ou moins dilatées; *stipules* adnées, *les supérieures plus ou moins dilatées;* feuilles moyennes des ramuscules florifères 7 — ou 9 — foliolées; tiges dressées, *aiguillons droits*, rarement crochus ou arqués, *ordinairement régulièrement géminés* sous les feuilles, très rarement nuls ou alternes.

J'ai déjà eu l'occasion de montrer ([1]) que la forme des stipules, et la forme et la disposition des aiguillons, n'ont aucune valeur par la définition de sections. Quant à la persistance des sépales, on ne comprend vraiment pas comment Crépin a pu invoquer ce caractère pour caractériser les *Cinnamomeæ*, puisque cette section embrasse pour lui les *Gymnocarpæ* (*R. Beggeriana*, *R. Alberti*, *R. gymnocarpa*), chez lesquels les sépales se détachent avec le disque et les anthères à la maturité : *Réceptacle fructifère ... dénudé au sommet par la chute des sépales qui sont caducs*, Crépin ([2]) : « *Entire calyx deciduous* », Best ([3]).

Il ne resterait donc que le mode d'insertion des carpelles pour séparer les deux sections, et c'est en effet sur ce caractère seul qu'elles reposent dans le Synopsis des Roses d'Amérique de Rydberg ([4]), puisque l'allure et la persistance des sépales varient dans une même section (*Caninæ* de cet auteur). Les *Carolinæ* auraient les « *Achenes inserted only in the bottom of the usually bristly hypanthium* ».

Cependant, en parcourant les diagnoses des espèces, on s'aperçoit que ce caractère n'est pas aussi absolu et que *only* n'est qu'une façon de donner de la force à la définition; car pour les *R. palustris* (*carolina* Crép.), *R. floridana, R. obovata, C. carolina, R. Bicknelli*, on lit : *achenes attached mainly in the bottom of the hypanthium*, ce qui enlève beaucoup à la valeur du caractère.

([1]) *Roses d'Europe* (*Bull. Jard. Bot. Bruxelles,* 10, 1924, p. 31, 73, etc.)
([2]) *Bull. Soc. Bot. Belg.*, 15, 1876, p. 73.
([3]) *Journ. Trenton N. H. Soc.*, 2, 1889, p. 7.
([4]) *N. Amer. Flora,* 22, 1918, p. 483.

Déjà en septembre 1889, dans une lettre à Crépin, G. N. Best constatait que chez le *R. humilis*, var. *lucida* (*carolina* Rydberg), ordinairement à akènes basilaires, l'insertion est parfois basi-pariétale, ainsi que le montre nn dessin joint à sa lettre, les akènes étant insérés jusqu'à mi-hauteur de la paroi, tout comme chez le *R. arkansana* (*Cinnamomeæ* de Crépin), selon ses observations. Crépin, par la suite, n'ignorait pas que le caractère dont il s'était servi pour définir ses *Carolinæ* n'était pas aussi absolu qu'il se l'était figuré, car dans son exemplaire du « Sketch of a new Classification of Roses » (1), il avait inséré la restriction « *ordinairement* » en marge de la phrase « ovaries inserted *exclusively* at the bottom of the receptacle ».

Je vois par les notes manuscrites laissées par Crépin que c'est en 1889 qu'il s'est occupé de cette question, sur des plantes du Jardin Botanique de Bruxelles, en nombre assez restreint, et il a fait des coupes de l'urcéole. Ces recherches n'ont pas été continuées. Voici ce que je relève d'intéressant dans ces notes.

Les ovaires ont été trouvés à insertion exclusivement basilaire sur deux coupes du *R. humilis* et sur cinq du *R. lucida*. Mais il peut en être de même, au moins pour les akènes, chez trois espèces de la section *Cinnamomeæ* :

R. californica. « Ovaires pouvant tous être insérés au fond » (2 croquis). Un autre spécimen (1 croquis) montre que « les ovaires extérieurs peuvent remonter à un niveau relativement assez élevé au-dessus du fond ».

R. acicularis, var. *Bourgœana*. « Les ovaires vont jusqu'au milieu de la coupe, mais ce sont ceux du fond qui se développent de façon qu'ils ont l'air basilaire ». Ce qui signifie que l'insertion des ovaires est basi-pariétale, mais que plus tard il se produit un avortement qui ne laisse que des akènes à insertion exclusivement basilaire, comme le montre le croquis qui accompagne la note.

R. Beggeriana. « En somme, les ovaires et les akènes sont ordinairement insérés dans le fond de la coupe, le rang extérieur peu élevé au-dessus du fond. Par exception, il peut y avoir l'un ou l'autre ovaire inséré plus haut. » Deux croquis montrent l'insertion exclusivement basilaire. « Le caractère que j'ai attribué aux *Cinnamomeæ* n'est pas propre à cette Rose. »

Ayant moi-même trouvé des akènes à insertion franchement basi-pariétale sur des spécimens de *R. carolina* de Brown's Co., Wisconsin, je n'hésite pas à déclarer que la distinction entre les *Carolinæ* et les *Cinnamomeæ* n'est pas aussi simple que les livres nous l'enseignent, et qu'on doit se méfier d'un caractère inconstant qui semble n'avoir joui de tant de faveur auprès des systématistes que parce qu'il échappe le plus souvent au contrôle sur les spécimens d'herbier.

(1) *Journ. Hortic. Soc.*, **11**, 1889, p. 217.

PHYSIOLOGIE. — *La signification de l'homochromie chez quelques animaux marins.* Note [1] de M. L. CUÉNOT.

Il est bien connu que les animaux des divers milieux éclairés ont très fréquemment une coloration copiant d'une façon plus ou moins exacte la teinte dominante de leur entourage (animaux verts du feuillage, animaux gris jaunâtre des plages et des déserts); pendant longtemps on a attribué à cette *homochromie* une valeur défensive vis-à-vis des prédateurs, que l'on supposait abusés par ce camouflage; cependant rien n'est moins certain que ce jugement anthropomorphique, car il se peut que les prédateurs ne voient pas et ne chassent pas à notre manière; en fait, des expériences et observations montrent que l'on a grandement exagéré la signification protectrice; mais si la théorie tombe, le fait statistique de l'homochromie n'en existe pas moins et requiert une explication, ou des explications. Des recherches dont je vais résumer les résultats permettent d'entrevoir deux solutions.

I. *Homochromie nutriciale.* — Les *Doris* qui rongent des Éponges ont une identité parfaite avec leur support, sur lequel elles s'étalent largement (jeunes *Doris tuberculata* jaunes ou rouges sur des Éponges jaunes ou rouges, *Rostanga coccinea* sur diverses Éponges rouges, etc.), de même que les *Lamellaria* qui vivent sur des Synascidies. Il n'est pas douteux que c'est la matière colorante même du Spongiaire qui traverse inaltérée le tube digestif du Mollusque, et se dépose dans les téguments et tissus internes. Parfois, comme chez des Polyclades (*Cycloporus papillosus* vivant sur des Botrylles), l'animal est transparent, et c'est le tube digestif rempli d'aliments qui lui donne une coloration parfaitement identique à celle de la Synascidie.

Comme Mollusques et Polyclades homochromes vivent sous des pierres, dans une demi-obscurité, et de plus sont incomestibles pour diverses raisons, il est évident que leur homochromie ne peut avoir aucune importance protectrice; c'est de l'*homochromie nutriciale*, épiphénomène du mode de nutrition, sans finalité.

II. *Homochromie antispectrale.* — Les *Hippolyte varians* sont de petites Crevettes vivant dans la zone des Algues littorales, avec lesquelles elles présentent la plus exacte homochromie : des variétés brunes comme les Fucus

(1) Séance du 21 décembre 1925.

et les *Halidrys*, vertes comme les Ulves et les Entéromorphes, roses comme les Floridées, se cachent pendant le jour dans les plantes marines; leurs ennemis naturels sont de petits Poissons de la même zone (Blennies, Gobies), très myopes. De nombreuses expériences ont montré de la façon la plus nette que la ressemblance de couleur n'a aucune importance défensive : des *Hippolyte* verts sur des Fucus bruns, ou des bruns sur des Ulves vertes ne sont ni plus ni moins en danger que lorsqu'ils sont posés sur des Algues de leur teinte; les Poissons qui furètent dans les Algues les font lever comme un Chien fait lever le gibier, sans les voir, et ils pourchassent les Crevettes tant qu'elles sont en mouvement, pour s'arrêter dès que celles-ci ont regagné un abri végétal et s'y tiennent immobiles.

Les *Hippolyte*, animaux nocturnes, fuient nettement la lumière du jour, qui doit leur donner une sensation de mal-être; pendant leur repos diurne, l'obscurité leur est nécessaire; d'autres espèces, également lucifuges, s'enfoncent complètement dans le sable (*Processa canaliculata*) ou se logent sous des pierres (*Athanas nitescens*), tandis que les *Hippolyte* s'attachent toujours aux Algues. Or un *Hippolyte* brun posé à la face inférieure d'un Fucus brun, comme il est habituel, ne reçoit en grande partie que des radiations non absorbées par le Fucus et diffusées par celui-ci; comme l'*Hippolyte* a une teinte identique à celle de l'Algue, il n'absorbera pas non plus ces radiations. Tout se passe donc comme s'il était dans une obscurité presque complète. S'il est posé sur une Algue verte, il n'absorbera que peu de radiations, ce qui équivaut à une demi-obscurité.

Dans le cas des *Hippolyte* et quelques autres analogues, l'animal ayant une certaine pigmentation, produit du métabolisme général, et éprouvant le besoin, pendant le jour, d'être à l'obscurité, adopte l'habitat homochrome (Algues) qui lui dispense le minimum de radiations. Je cataloguerai ce cas particulier sous le terme d'*homochromie antispectrale*.

NOMINATIONS.

MM. **H. Le Chatelier**, **G. Kœnigs**, **D. Berthelot**, **A. Rateau**; **L. Guillet** sont désignés pour représenter l'Académie à la séance solennelle que la Société des Ingénieurs civils consacrera, le 20 janvier prochain, à la commémoration de l'œuvre de *Nicolas Léonard Sadi Carnot*.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Publications du* Bureau central séismologique international. Série A : *Travaux scientifiques*. Fascicule n° 2. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

2° *Brewing*, by A. Chaston Chapman.

3° *An Atlas of the Saccharomycetes*, by A. Chaston Chapman et F. G. S. Baker.

4° Une collection de 50 tirages à part de Mémoires de M. A. Charton Chapman.

5° Les fascicules 11 et 12 de la *Faune de France : Diptères* (*Nématocères piqueurs*) *: Chironomidæ Ceratopogoninæ*, par J.-J. Kieffer ; *Ptychopteridæ, Orphnephilidæ, Simuliidæ, Culicidæ, Psychodidæ Phlebotominæ*, par E. Séguy. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

MM. **Jean Cabannes** et **Charles Dufraisse** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de fonctions rationnelles itérées.* Note de M. **Gaston Julia.**

$R(Z)$ étant une fonction rationnelle de Z dont $R_n(Z)$ est l'itérée d'ordre n, j'ai, antérieurement, étudié diverses propriétés de la série

$$(1) \qquad \Sigma a_n R_n(Z) \qquad \text{(les } a_n \text{ étant des constantes),}$$

en particulier la convergence, dans le domaine où les $R_n(Z)$ ont pour limite un point double attractif à multiplicateur $s \neq 0$. Je voudrais exposer ici les circonstances nouvelles et intéressantes que présente le cas où $s = 0$. Soit donc α un point tel qu'au voisinage de $Z = \alpha$ on ait

$$R(Z) - \alpha = A_p(Z - \alpha)^p + \ldots \qquad (A_p \neq 0;\ p \geqq 2).$$

Nous appellerons Δ_α le domaine du plan Z où les $R_n(Z)$ tendent vers α

pour $n = \infty$. Soit $F_1(Z)$ une fonction de Böttcher relative à R et α, c'est-à-dire une fonction holomorphe en α telle que $F_1[R](Z) = [F_1](Z)^p$. Son inverse $Z = \varphi_1(z) = \alpha + \alpha_1 z + \ldots$ ($\alpha_1 \neq 0$) sera holomorphe pour $|z| < r$, $|F_1|$ sera < 1 dans tout Δ_α. On établit que, Z décrivant un domaine fermé Δ quelconque intérieur à Δ_α, on aura, pour $n > n_0$,

$$R_n(Z) = \varphi_1\{[F_1(Z)]^{p^n}\} = \alpha + \alpha_1 F_1^{p^n} + \alpha_2 F_1^{2p^n} + \ldots, \tag{2}$$

développement fort utile pour l'étude de la convergence et des propriétés de la série (1).

I. *Convergence.* — On distingue trois cas : $\alpha \neq 0$, $\alpha = 0$, $\alpha = \infty$.

1° Si $\alpha \neq 0$, la condition nécessaire et suffisante pour que (1) converge en un point de Δ_α *est que* Σa_n *converge*, et elle entraîne la *convergence uniforme de* (1) *dans tout domaine intérieur à* Δ_α, (1) est alors une fonction holomorphe de Z en tout point de Δ_α non antécédent de l'∞ : en un point antécédent de l'∞ elle a un pôle.

2° Si $\alpha = 0$ les circonstances sont différentes. La convergence de la série (1) est réglée par celle de la *série-image* :

$$\lambda_1(z) = \Sigma a_n z^{p^n} = \Sigma a_n [F_1(Z)]^{p^n}. \tag{3}$$

Soit ρ_1 le rayon de convergence de la série entière (3). On reconnaît que *le domaine de convergence de* (1) *sera défini dans* Δ_α *par l'inégalité* $|F_1(z)| < \rho_1$.

Si $\rho_1 \geq 1$ la série (1) convergera dans tout Δ_α et uniformément dans tout domaine intérieur à Δ_α.

Si $\rho_1 < 1$ la série (1) ne converge que dans une partie de Δ_α définie par $|F_1| < \rho_1$ et dans tout domaine fermé intérieur à cette région $|F_1| < \rho_1$, la convergence sera uniforme.

Si $\rho_1 = 0$, la série (1) ne convergera qu'aux points antécédents de $\alpha = 0$ parce que, en ces points, tous les termes sont nuls à partir d'un certain rang.

3° Si $\alpha = \infty$, on désignera par $F_2(Z) = \frac{\lambda_1}{Z} + \frac{\lambda_2}{Z_2} + \ldots$, $\lambda_1 \neq 0$ la fonction de Böttcher, holomorphe et nulle à l'infini, pour laquelle $F_2[R(Z)] = [F_2(Z)]^p$. En posant $Z = \frac{1}{\zeta}$, $R(Z) = \frac{1}{\rho(\zeta)}$, ρ est rationnelle et $\zeta = 0$ est pour elle un point double attractif comme $Z = \infty$ pour R. La fonction de Böttcher de $\rho(\zeta)$ pour $\zeta = 0$ sera $F_1(\zeta) = F_2(Z)$. La convergence de la série (1) est réglée par celle de la *série-image*

$$\lambda_2(z) = \Sigma a_n z^{-p^n} = \Sigma a_n [F_2(z)]^{-p^n} = \Sigma a_n [F_1(\zeta)]^{-p^n}. \tag{4}$$

Soit $|z| > \rho_2$ le rayon de convergence de la série entière (4) : *le domaine de convergence de* (1) *dans* Δ_∞ *sera défini par* $|F_2(Z)| > \rho_2$, et dans tout domaine intérieur à une région $|F_2| > \rho_2$ la convergence sera uniforme. Donc si $\rho_2 \geqq 1$ la série (1) ne converge en aucun point de Δ_∞; *si* $1 > \rho_2 > 0$ *elle converge dans une région obtenue en retranchant de* Δ_∞ *les régions* $|F_2(Z)| \leqq \rho_2$; si $\rho_2 = 0$ elle converge en tout point de Δ_∞ distinct des antécédents de l'∞.

II. *Structure des domaines de convergence de la série* (1). — Dans les deux cas $\alpha = 0$ et $\alpha = \infty$, les domaines de convergence peuvent être d'une structure compliquée. Bornons-nous à $\alpha = 0$, le cas $\alpha = \infty$ étant complémentaire. On peut engendrer le domaine $|F_1(Z)| \leqq \rho_1$ à partir d'un petit domaine $|F_1| \leqq \rho_1^{p^n}$ entourant l'origine. Voici les conclusions :

1° *Si tous les antécédents de* 0 *sont confondus en* 0, le domaine $|F_1| \leqq \rho_1$ *est une aire autour de* 0 *limitée par une ou plusieurs courbes analytiques en nombre fini.*

2° *Si* 0 *a des antécédents distincts de* 0, *deux cas sont possibles : a. Dans le domaine immédiat* δ_0 *du point* 0, *il n'y en a pas d'autre que* 0; *alors* $|F_1(z)| \leqq \rho_1$ *ne comprend dans* δ_0 *qu'une seule aire limitée par un nombre fini de courbes analytiques et dans chacun des domaines antécédents de* δ_0 (*il y a une infinité de pareils domaines*) *il y a une aire analogue où* $|F_1| \leqq \rho_1$; chacune de ces aires entoure un antécédent de 0. *b. Dans le domaine* δ_0 *il y a une infinité d'antécédents de* 0; *alors* $|F_1(Z)| \leqq \rho_1$ *comprend dans* δ_0 *une infinité d'aires*, chacune ayant un nombre fini de contours analytiques, ces aires s'accumulant vers la frontière de δ_0; *dans chacun des domaines antécédents de* δ_0 *dont l'ensemble constitue* Δ_0, *il y a une infinité d'aires analogues;* ces aires entourent les antécédents de 0.

Si $\alpha = \infty$, on sera conduit à retrancher de Δ_∞ un domaine $|F_2(Z)| \leqq \rho_2$ dont la structure est identique à celle qu'on vient d'étudier pour $\alpha = 0$.

III. *Représentation de* $f(Z)$ *par* $\Sigma\, a_n R_n(Z)$ *et singularités de* $f(Z)$. — La considération de $f(Z) = \Sigma a_n R_n(Z)$ en un point Z du domaine de convergence de la série (1) et en ses associés Z_n tels que $R_n(Z_n) = R_n(Z)$ ($n = 1, 2, \ldots, \infty$) permet de calculer les a_n de proche en proche et d'une manière unique, connaissant $f(Z)$. La représentation de $f(Z)$ holomorphe dans tout ou partie de Δ_α par une série (1) est *unique, lorsqu'elle est possible*, et elle ne l'est que pour des fonctions très particulières.

Lorsque $\alpha = 0$, si le rayon de la série-image $\lambda_1(z) = \Sigma a_n z^{p^n}$ est < 1 et > 0, on démontrera aisément en s'aidant de la représentation (2) que *les courbes analytiques* $|F_1(Z)| = \rho_1$, *limitant le domaine de convergence de la*

série (1), *sont pour la somme* $f(Z)$ *de la série des coupures au sens de Weierstrass*, la partie singulière de $f(Z)$ étant, sur ces coupures, fournie par $\Sigma a_n F_1^{p^n}$ dont la singularité a été déterminée par Weierstrass lui-même. Lorsque $\alpha = \infty$, si le rayon ρ_2 de la série $\Sigma a_n z^{-p^n}$ est compris entre 0 et 1, les courbes $|F_2(Z)| = \rho_2$ seront aussi des coupures de Weierstrass pour $f(Z)$ [les antécédents de l'∞ sont tels que $F_2(Z) = 0$, ils sont extérieurs au domaine $|F_2| \geqq \rho_2$ où (1) converge]; si $\rho_2 = 0$ la série (1) converge dans tout Δ_∞ sauf aux *antécédents de l'∞ et tous ces points sont des points singuliers essentiels isolés de* $f(Z)$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation des séries trigonométriques et celles de puissances par les moyennes typiques*. Note de M. **A. Zygmund**, présentée par M. Hadamard.

Supposons que la série $\Sigma a_n x^n$ (S) converge pour $|x| < 1$ et supposons de plus que le point x_0 ($|x_0| = 1$) est point *régulier* de la fonction. M. Riesz [1] a donné la condition nécessaire et suffisante pour que cette série soit sommable $(C, \alpha)(\alpha > -1)$ pour $x = x_0$: a_n doit être $o(n^\alpha)$. Supposons maintenant que $a_n = o[\chi(n)]$, où $\chi(n)$ est une fonction *logarithmico-exponentielle* (L) de n, tendant vers $+\infty$. Il existe alors une méthode M de sommation telle que la condition nécessaire et suffisante pour que la série (S) soit sommable M au point régulier $x = x_0$ ($|x_0| = 1$) est $a_n = o[\chi(n)]$. Plus précisément :

Théorème A. — 1° *Si la série* (S) *a ses coefficients*

$$a_n = o[n^\alpha \psi^\alpha(n)] \qquad (\alpha > 0), \tag{1}$$

où $\psi(x)$ *est une fonction* L *tendant vers* $+\infty$ *et telle que l'intégrale* $\int^\infty \frac{dt}{t\psi(t)}$ *diverge* [*par exemple* $\psi(t) = \log t$, $\log_2 t$, ...], *la série* (S) *est sommable* (R, μ, α) *en tout point régulier du cercle de convergence, la fonction* μ *étant donnée par la formule*

$$\mu(x) = e^{\int_a^x \frac{dt}{t\psi(t)}}. \tag{2}$$

2° *Si les coefficients de la série* (S) *vérifient* (1), *où* $\psi(x)$ *est une fonction* L

(1) *Sur les séries de Dirichlet et les séries entières* (*Comptes rendus*, 149, 1909, p. 909).

tendant vers zéro et vérifiant la condition ([1])

$$(3) \qquad \psi(x) > \frac{1}{x} \quad (\text{pour } \alpha \leqq 1), \qquad \psi(x) > \frac{1}{x^{\frac{1}{\alpha}}} \quad (\text{pour } \alpha \geqq 1),$$

la série (S) *est sommable* (R, μ, α) [cf. (2)] *en tout point régulier situé sur le cercle de convergence.*

3° *Dans les cas* 1° *et* 2°, *la sommabilité est uniforme sur tout l'arc fermé de régularité.*

4° *La sommabilité* (R, μ, α) [cf. (2)] *de la série* (S) *en (au moins) un point* x_0 ($|x_0| = 1$) *entraîne* (1).

Le théorème A est une conséquence d'un théorème plus général concernant la *localisation* dans la théorie des séries trigonométriques. Si (dans le cas 1°) l'intégrale $\int^{\infty} \frac{dt}{t\psi(t)}$ *converge*, la proposition 1° ne peut être appliquée, mais on peut alors appliquer la proposition 2° pour $\alpha_1 = \alpha + \varepsilon$, où ε est positif et assez voisin de zéro. La démonstration du théorème A s'appuie essentiellement sur la proposition suivante :

Théorème B. — 1° *Si la série* Σa_n *est sommable* (R, λ, β) *et que*

$$(4) \qquad C_\lambda^\alpha(x) = o[x^\alpha \psi^\alpha(x)] \qquad (0 < \alpha < \beta),$$

où $\psi(x)$ *est une fonction* L *tendant vers* $+\infty$, *cette série est sommable* (R, μ, α), *où* μ *est donnée par la formule* (2), *pourvu que l'intégrale qui figure en exposant diverge.*

2° *Si pour la série* Σa_n *on a* (4), *où* $\psi(x)$ *est une fonction* L *tendant vers zéro et vérifiant* (3), *la série est sommable* (R, μ, α), μ *étant donnée par la même formule* (2).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques théorèmes sur les fonctions entières et méromorphes d'une variable.* Note ([2]) de M. A. **Bloch**, présentée par M. Hadamard.

L'objet de la présente Note est de démontrer par la méthode classique de la dérivation et du minimum du module et de généraliser une proposition

([1]) On écrit $f < f_1$ (ou $f_1 > f$) si le quotient $\frac{f}{f_1} \to 0$.

([2]) Séance du 21 décembre 1925.

établie naguère aux *Annales de Toulouse*, et de donner en même temps quelques autres théorèmes :

Une fonction entière $f(x)$ *telle que pour deux valeurs différentes de* a *l'équation* $f(x) - a = 0$ *n'ait que des racines multiples, est nécessairement de genre au moins égal à l'unité.*

En même temps que cette proposition, on établit la suivante :

Soit $f(x)$ *une fonction holomorphe telle que les équations* $f = 0$, $f = 1$ *n'aient que des racines multiples; pour* $|x| = r(< R)$, *on a l'inégalité*

$$(1) \qquad \left|\frac{f'(x)}{\sqrt{f(x)[f(x)-1]}}\right| < \frac{10R^3}{(R-r)^4}[\log M(R, f) + C_0],$$

où $M(R, f)$ *est le maximum de la fonction sur le cercle de rayon* R *et où* C_0 *ne dépend que de* $f(0)$.

La forme suivante du théorème sur le minimum du module suffit à l'objet actuel :

Soient $\varphi_1(x)$ *et* $\varphi_2(x)$ *deux fonctions holomorphes et de quotient holomorphe* $\varphi(x)$, *avec* $\varphi_2(0) = 1$; *pour* $|x| = r < R$, *on a l'inégalité*

$$(2) \qquad \log M(r, \varphi) < \log M(R, \varphi_2) + \frac{36R^3}{(R-r)^3}\log M(R, \varphi_2).$$

Dès lors, en écrivant :

$$f = \left[c\frac{f'^2}{(f-a)(f-c)} - b\frac{f'^2}{(f-a)(f-b)}\right] : \left[\frac{f'^2}{(f-a)(f-c)} - \frac{f'^2}{(f-a)(f-b)}\right],$$

on obtient le théorème suivant : *Il n'existe pas de fonction entière* $f(x)$ *telle que pour trois valeurs différentes de* a, *l'équation* $f - a = 0$ *n'ait que des racines multiples.*

On pourrait même obtenir, dans cet ordre d'idées, un théorème analogue à celui de Picard-Borel.

Nous avons supposé jusqu'ici que le domaine riemannien de la fonction n'avait pas de points simples coïncidant avec certains points du plan; supposons maintenant que, plus généralement, il n'ait pas de cercles à un seul feuillet coïncidant avec certains cercles du plan; sur chacun de ces cercles se trouvent alors un certain nombre de morceaux du domaine riemannien, chacun de ces morceaux étant composé d'un certain nombre de feuillets (cercles ou portions de cercle) reliés entre eux; il est nécessaire de faire jouer au voisinage des différents points de ramification (ou points lacunaires) le rôle du point unique; il n'y a pas de difficulté sérieuse; ainsi :

Une fonction entière dont le domaine riemannien ne contient pas de cercles

à un seul feuillet coïncidant avec l'un ou l'autre de deux cercles donnés du plan, extérieurs l'un à l'autre, est de genre au moins égal à l'unité.

On obtient de même une généralisation de l'inégalité (1) et l'on déduit de là la principale proposition en vue, généralisant un théorème que nous avions déduit de résultats de M. Valiron :

Les fonctions holomorphes dans un domaine, et dont le domaine riemannien ne contient pas de cercles à un seul feuillet coïncidant avec l'un ou l'autre de trois cercles donnés du plan, extérieurs les uns aux autres, engendrent une famille normale.

La méthode des valeurs moyennes logarithmiques de MM. F. et R. Nevanlinna s'applique de même à l'obtention de plusieurs propositions sur les fonctions méromorphes; citons seulement les suivantes, dont la seconde généralise un théorème établi en premier lieu par M. Carathéodory.

Une fonction méromorphe $f(x)$ est de genre au moins égal à deux lorsqu'elle satisfait à l'une des trois conditions suivantes : 1° pour quatre valeurs, finies ou infinies, de a, l'équation $f(x)-a=0$ n'a que des racines multiples; 2° pour trois valeurs de a, elle n'a que des racines au moins triples; 3° pour a_1 elle n'a que des racines au moins doubles, pour a_2 que des racines au moins triples, pour a_3 que des racines au moins sextuples.

Les fonctions $f(x)$, méromorphes dans un domaine et telles que les trois équations $f(x)=a_1$, $f(x)=a_2$, $f(x)=a_3$ n'aient que des racines d'ordres de multiplicité respectivement au moins égaux à trois entiers donnés dont la somme des inverses soit inférieure à l'unité, engendrent une famille normale.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de la déformation des surfaces.* Note de M. **R. Gosse**, présentée par M. Goursat.

Dans un important Mémoire couronné par l'Académie (Prix Bordin, 1924), M. Gau a obtenu certains résultats relatifs à l'intégration, par la méthode de Darboux, des équations aux dérivées partielles en général et de l'équation de la déformation des surfaces en particulier. La méthode [1] que j'ai suivie pour résoudre les mêmes questions et qui m'avait donné, pour le cas général, les résultats énoncés dans ma Note du 19 juin 1922, amène, pour le problème de la déformation, à des résultats un peu différents de ceux de M. Gau et plus complets que les siens.

---

[1] Gosse, *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 4, 1925, p. 381.

Appelons E l'équation de la déformation relative à une surface Σ dont l'élément linéaire est pris sous la forme

$$ds^2 = du^2 + c^2(u, v)\,dv^2.$$

E est une équation de Monge-Ampére qu'on peut ramener à une équation linéaire E', mais qu'il vaut mieux, dans certains cas, étudier directement.

Si Σ n'est pas applicable sur une surface réglée, E *n'admet aucune involution.*

Si Σ est applicable sur une surface réglée, c^2 a l'une des deux formes

$$\text{(I)} \qquad c^2 = u^2 a(v) + 2ub(v) + c(v) \qquad (a \neq 0),$$

$$\text{(II)} \qquad c^2 = 2u + 2\psi(v).$$

A. *Σ n'est pas applicable sur une quadrique.*

Forme I. — Les deux systèmes de caractéristiques de E admettent la seule involution $r = 0$ et E' admet une seule fonction principale du premier ordre, sauf dans le cas où Σ est applicable sur la développée de l'alysséide : E' admet alors deux fonctions principales du premier ordre. A l'involution $r = 0$, correspondent les surfaces réglées applicables sur Σ et celles-là seulement.

Forme II. — E admet les involutions $p = \pm 1$ et $r = 0$. E' admet *deux* fonctions principales du premier ordre et se ramène très simplement à la forme de Weingarten

$$\frac{\partial^2 v}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \frac{\psi(v)}{(\alpha - \beta)^2}.$$

E et E' n'admettent aucune autre fonction principale, sauf quand ψ est constant. Il y a un invariant pour le premier et le deuxième ordre et l'intégrale générale se présente sous une forme très simple.

B. *Σ est applicable sur une quadrique.* — On exprime ce fait, en écrivant les conditions pour que E' ait une involution d'ordre 2.

Forme I. — On a, dans ce cas,

$$b^2 - ac = 1, \qquad \left(\frac{da}{dv}\right)^2 = 4a^3 + a(ak + k_1), \qquad \frac{d}{dv}\left(\frac{b}{a}\right) = \frac{k}{a} + \frac{k_1}{a^2}$$

et les fonctions elliptiques amènent à une forme remarquable de l'élément linéaire des quadriques. E' admet alors deux involutions du deuxième ordre pour chaque système :

$$r = 0, \qquad E_1 = 0; \qquad r = 0, \qquad E_2 = 0.$$

On en tire *un seul* système complètement intégrable

$$E_1 = 0, \qquad E_2 = 0$$

qui donne les surfaces réglées applicables sur Σ.

Il n'y a aucune autre involution dans ce cas.

Forme II. — On trouve, dans ce second cas,

$$\psi(v) = \alpha e^{\frac{2v}{\beta}} + \beta u + \gamma.$$

Les résultats de Weingarten, Darboux, Baroni et M. Goursat s'expliquent alors de la façon la plus naturelle : E' admet une infinité de fonctions principales du premier ordre, puisqu'elle en admet deux ; il y a, d'autre part, une involution du deuxième ordre. Il existe donc un invariant du deuxième ordre, et, par suite, un du troisième.

L'intégrale générale s'obtient, sans difficulté, par la méthode de Darboux.

L'équation de la déformation est donc, dès maintenant, résolue, dans tous les cas où elle est susceptible d'une solution explicite, par des formules qui ont dans chaque cas le maximum de généralité.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *Propriétés détectrices du bioxyde de plomb.* Note de M. **J. Cayrel**, présentée par M. G. Ferrié.

J'ai constaté qu'un fragment de bioxyde de plomb arraché à une plaque d'accumulateur ou un film de ce corps formé par électrolyse à la surface d'une lame de plomb, de platine, ou de carbone, manifeste dans certaines conditions des propriétés détectrices intenses.

Les caractères spécifiques de cette détection sont les suivants :

1° Le courant détecté traverse le contact détecteur dans le sens bioxyde-pointe.

2° La détection dépend de la nature de la pointe utilisée : les pointes de platine, d'or, d'argent, de nickel, de cuivre, de fer, etc. employées sans précautions spéciales ne détectent pratiquement pas. Au contraire les pointes d'aluminium, de magnésium, de calcium, de zinc, d'étain, etc., donnent une détection intense (1).

3° Toutefois, si avec les pointes de la première classe on réalise un con-

(1) Pareille observation a été faite sur le sulfure cuivreux.

tact *extrêmement léger*, on constate que cette pointe *devient susceptible de détecter* (1).

Si au lieu d'un contact permanent, on emploie un *contact glissant*, on obtient alors une détection *très intense* (2) quelle que soit la nature de la pointe.

4° Lorsque les deux électrodes en contact avec le bioxyde sont de même nature, le contact dont la détection prédomine est le contact le moins intime et de plus petite surface.

5° Lorsque les deux électrodes sont de nature différente, le sens de la détection est beaucoup plus souvent déterminé *par la différence de nature des électrodes* que par l'inégale intimité ou l'inégale grandeur des deux contacts.

6° Lorsque la densité de courant sur l'électrode détectrice dépasse une certaine limite, la détection cesse de se manifester. Aussi a-t-on intérêt, même pour les faibles courants, à employer au lieu d'une pointe une électrode de surface appréciable (de l'ordre du centimètre carré). Pour les courants plus intenses cette condition devient une nécessité à moins que le contact détecteur ne soit un contact glissant.

Le fait qu'un contact frottant favorise la détection semble pouvoir être expliqué par la suppression de la *cohération* que tend à produire le passage du courant à travers le contact.

MAGNÉTISME. — *Relation entre l'effet Wiedemann et l'effet Joule.* Note de M. E. **Fromy**, présentée par M. Brillouin.

La plupart des auteurs qui ont examiné les phénomènes de la magnétostriction de Joule et de la torsion magnétique de Wiedemann se sont bornés à des études expérimentales et ont paru considérer les deux effets comme indépendants. Quelques tentatives ont été faites pour chercher un lien entre eux et essayer d'interpréter l'effet Wiedemann comme un simple cas particulier de l'effet Joule; mais aucune formule satisfaisante n'a encore été fournie et n'a pu, en particulier, rendre compte de l'existence d'un maximum de torsion et d'un point d'inversion pour des valeurs du champ différentes de celles qui produisent des effets analogues dans le phénomène de Joule.

(1) *Loc. cit.*

(2) Comparable à celle des meilleures galènes.

Il semble qu'on puisse y parvenir à condition de tenir compte de toutes les déformations produites par la magnétostriction. Soit H le champ magnétique appliqué, il produit deux effets distincts :

1° L'effet Joule longitudinal qui entraîne une variation ΔL de la longueur L de l'éprouvette parallèlement au champ. Cette variation est donnée par une formule $\Delta L = \rho L$, où ρ est une certaine fonction du champ inducteur H.

2° L'effet Joule transversal qui donne lieu à une variation de longueur dans toutes directions perpendiculaires au champ et dont la valeur est pour un corps isotrope

$$\Delta L = \rho' L.$$

Les deux effets Joule sont du même ordre de grandeur et leurs actions sur la torsion du tube ou du fil dans l'effet Wiedemann peuvent se perturber réciproquement; une théorie qui ne tient compte que de l'effet longitudinal est forcément incomplète.

Dans l'expérience de Wiedemann un tube de métal magnétique est aimanté simultanément par un champ uniforme parallèle à son axe et par un courant dirigé également suivant l'axe. Le courant produit un champ circulaire C qui se compose avec le champ uniforme H pour donner un champ résultant hélicoïdal; c'est ce dernier qui donne naissance aux deux effets Joule. L'étude de ces effets montre une dissymétrie qui entraîne une torsion du tube et conduit à une formule qui rend compte de toutes les particularités de l'effet Wiedemann. En conservant pour ρ, ρ', H et C les significations que nous leur avons données plus haut et en désignant par r le rayon moyen du tube, on peut exprimer la torsion unitaire par la relation

$$\theta = 2\,\frac{\rho - \rho'}{r}\,\frac{HC}{H^2 + C^2}.$$

Les deux champs entrent symétriquement dans la formule; la torsion s'annule avec chacun d'eux, auquel cas on se trouve en présence d'un effet Joule simple. De plus elle s'annule encore si ρ et ρ' sont égaux et de même signe, bien que ni ces coefficients, ni les champs ne soient nuls. On trouve l'explication du point d'inversion observé dans le cas du fer.

L'allure des courbes en fonction du courant dépend uniquement des valeurs relatives des deux champs. En pratique C est le plus souvent inférieur à H, en sorte que l'on peut négliger C^2 devant H^2; en explicitant C en fonction du courant longitudinal I qui lui donne naissance, on arrive à

la formule

$$\theta = \frac{4}{r^2} I \frac{\rho - \rho'}{H}.$$

A champ constant, la torsion est proportionnelle au courant.

A courant constant elle varie en fonction de H comme le facteur $\frac{\rho - \rho'}{H}$; il y a donc un maximum pour une certaine valeur de H qui dépend des formes des courbes représentatives de ρ et ρ' et n'a aucun rapport avec celles qui rendent maximum l'un ou l'autre de ces coefficients. Enfin il y a un point d'inversion lorsque $\rho = \rho'$.

Si le champ C devient supérieur à H, les rôles des deux champs sont intervertis. La torsion devient fonction linéaire de H; en outre la loi de variation avec I cesse d'être linéaire et la torsion passe par un maximum.

Le sens de la torsion change avec le signe du facteur $(\rho - \rho')$, ce qui explique qu'il soit inverse pour le fer et le nickel.

La courbe synthétique de l'effet Wiedemann obtenue à partir de celles des deux effets Joule est en bon accord avec l'expérience au point de vue qualificatif; les vérifications numériques tentées sont satisfaisantes, étant donnée l'incertitude des courbes qui ont servi de point de départ.

RADIOLOGIE. — *Sur l'action biologique des rayons X de diverses longueurs d'onde.* Note (¹) de M. A. **Dauvillier**, présentée par M. M. de Broglie.

Dans un travail récent (²), M. A. Dognon étudiant sur l'œuf d'*Ascaris* l'action des trois radiations homogènes : 0,22, 0,70 et 1,54 Å, est arrivé à cette conclusion que l'absorption de quantités égales d'énergie Röntgen provoquait des actions biologiques très différentes et dans les proportions : 2, 1 et 1,5 pour les trois rayonnements considérés. Les mesures physiques et biologiques, exécutées avec beaucoup de soin, ne paraissent pas discutables. Au contraire, l'interprétation des premières nous paraît en partie inexacte, comme nous allons le montrer.

M. Dognon, mesurant l'intensité de la radiation $\lambda = 0,22$ par l'ionisation qu'elle provoque dans l'air, SO^2 et CH^3Br, a tout d'abord retrouvé le fait bien connu que l'ionisation produite dans l'air est trop grande eu égard à la loi d'absorption de Bragg et Pierce. Il a attribué ce résultat au fait que la

(¹) Séance du 21 décembre 1925.
(²) *Thèse de médecine*, Strasbourg 1925.

radiation dispersée dans la chambre aurait produit sur les parois une émission corpusculaire supplémentaire, entachant ainsi la mesure d'une erreur par excès atteignant 50 pour 100.

Or l'épaisseur *utile* de la paroi, au point de vue de l'ionisation, serait au plus égale au parcours des radio-électrons dans le laiton, soit quelques 10^{-4} cm. dans ces expériences, et la fraction du rayonnement dispersé absorbée dans cette épaisseur est tout à fait négligeable (1 pour 100).

Il serait aussi surprenant que la radiation diffusée (qui ne représente que quelques millièmes du rayonnement primaire) puisse augmenter l'ionisation de 50 pour 100 alors que l'exposition de la paroi au faisceau primaire ne multiplie celle-ci que par trois. Le calcul montre que cet effet ne peut en réalité dépasser 2 pour 100.

Nous avons déjà indiqué ([1]) que l'ionisation excessive que l'on observe dans l'air avec les rayons de courte longueur d'onde est due aux électrons de recul de Compton. M. Dognon rejette cette hypothèse, alléguant que les expériences d'Ikeuti ([2]) ne décèlent qu'une ionisation supplémentaire de $\frac{1}{11}$. En réalité ces expériences, qui ont été effectuées dans ce même laboratoire, sont en très bon accord avec les mesures d'ionisation. Le rapport $\frac{1}{11}$ est relatif au *nombre* des trajectoires photo-électriques K et de recul, tandis que les ionisations globales sont sensiblement mesurées par les sommes de leurs longueurs. Si toutes les trajectoires de recul avaient l'énergie maxima de 12 KV mesurée par Ikeuti, les 11 trajectoires de recul représenteraient une énergie de 132 KV, supérieure au double du quantum (59 KV) des électrons K ou L de l'air, et l'ionisation serait trois fois trop forte. En réalité, la plupart des trajectoires sont plus courtes, selon les diverses directions de diffusion, et les mesures globales montrent que l'ionisation est seulement à peu près doublée.

Le rapport des ionisations observées dans l'air et dans SO^2 devrait donc être le double ([3]) de la valeur déduite de la loi de Bragg et Pierce et non 1,5 fois plus grand comme l'a trouvé M. Dognon. Mais une autre erreur de sens contraire s'est ici glissée dans ses expériences, venant de la trop grande

---

([1]) *Congrès Av. Sc. Bordeaux* (août 1923); *Rev. gén. Electr.*, **14**, 1923, p. 887-902.

([2]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1257.

([3]) Ce coefficient 2 conduit à un coefficient massique global d'*absorption* (émissions K et L et effet Compton) égal à 0,087 double de celui utilisé (0,042) et sensiblement le même pour l'air, l'eau et le matériel biologique.

exiguïté de la chambre employée. Le rayon utile de celle-ci étant voisin de 2^{cm} tandis que les trajectoires électroniques K et L sont d'environ 6^{cm}, le tiers seulement de leur énergie aurait été décelé. Mais ces trajectoires ne sont précisément ni rectilignes ni orthogonales, si bien que l'on peut estimer à 50 pour 100 seulement la perte d'ionisation, retrouvant ainsi le coefficient expérimental 1,5.

Si nous reprenons sur ces bases et à titre d'exemple une des mesures de M. Dognon (*loc. cit.*, p. 75) la dose observée, égale à $7{,}3 \times 2{,}98$ unités arbitraires, au lieu d'être divisée par le coefficient de réduction 1,5, le sera par le coefficient d'augmentation 0,75, devenant ainsi égale à 29 (au lieu de 14,3), alors que la dose de rayonnement de longueur d'onde $\lambda = 0{,}7$ donnant la même réaction est égale à 27. Un résultat analogue serait obtenu pour les autres mesures. La grosse différence constatée par M. Dognon disparaît donc et *les radiations* $\lambda = 0{,}22$ et $\lambda = 0{,}7$ *ont, à énergie égale absorbée, la même action biologique.*

En ce qui concerne la radiation $\lambda = 1{,}5$, pour laquelle les considérations précédentes ne s'appliquent pas, il paraît certain que la différence d'action observée, soit 50 pour 100, est bien supérieure aux erreurs de mesure qui ne dépassent pas 10 pour 100. Mais il faut remarquer que les conditions géométriques d'irradiation ont été dans ce cas très différentes (*loc. cit., fig.* 6 et 7) et que, les foyers étant dissemblables, la chambre et les préparations ont pu, à travers des angles solides différents, en voir des régions distinctes. Le support des œufs n'était pas non plus le même, fait important pour une radiation absorbable. Pour pouvoir affirmer la réalité de la différence constatée, il conviendrait d'effectuer toutes les irradiations dans les mêmes conditions géométriques et avec le même foyer, par conséquent avec un seul tube à anticathode interchangeable.

Au point de vue physique, l'hypothèse la plus simple est l'égalité d'action biologique à énergie égale absorbée *dans le domaine spectral considéré*. C'est aussi la conclusion qui se dégage de l'étude critique de la littérature intéressant ce sujet. Le nombre des atomes absorbant un quantum et émettant un électron K rapide ou un électron lent de recul est toujours extrêmement petit (10^{-3}) devant le nombre des atomes ionisés par ces corpuscules et ne compte guère dans l'effet chimique ou biologique constaté. D'autre part, l'ionisation subie par les divers éléments *légers* est indépendante, dans de larges limites, de leur nature et de la vitesse de l'électron incident. Cette indépendance de la longueur d'onde pourrait par exemple se concevoir simplement si le seul effet de l'ionisation réside dans la neutralisation électrique de colloïdes intracellulaires.

OPTIQUE. — *Brillance et flux lumineux des charbons à haute intensité lumineuse, pour la projection de la lumière électrique.* Note [1] de M. **Jean Rey**, transmise par M. André Blondel.

Les charbons à haute intensité lumineuse [2] employés, depuis quelques années, dans les projecteurs de lumière électrique, contiennent dans une mèche centrale des terres rares, notamment des sels de cérium ou de titane mélangés au carbone. On augmente ainsi la densité de courant dans le positif, tout en maintenant la stabilité de l'arc; les cratères sont de plus faible diamètre et présentent une surface concave assez profonde et de forme paraboloïde.

J'ai exécuté, en 1924 et 1925, de nombreux essais pour déterminer la brillance et le flux lumineux de ces nouveaux charbons. Les charbons pour courant de 150 ampères, de 16^{mm} au positif et 13 au négatif, munis de mèches, étaient de cinq provenances différentes : deux fabriques allemandes, deux françaises et une des États-Unis; et ils ont donné les mêmes résultats moyens.

La méthode employée est celle de projection par une lentille diaphragmée de l'image du cratère, sur un écran; mais, en plus, ce dernier est placé dans une salle photométrique séparée, par une paroi opaque, de la chambre de la lampe, afin d'éviter toute erreur pouvant résulter de l'éclairement des parois, même complètement noircies. Le petit écran du photomètre portatif, type Blondel, est placé sur l'écran qui reçoit l'image lumineuse; il permet de mesurer rapidement l'éclairement en un point quelconque de cette image.

On a constaté et mesuré ainsi quatre zones distinctes, de plus en plus éclairantes en allant des bords du cratère jusqu'au centre. La brillance de chacune des quatre zones correspond aux valeurs moyennes suivantes: zone centrale, valeur maximum, 539 bougies; troisième zone, 463; deuxième zone, 320; première zone, au bord du cratère, 175. La zone centrale, la plus brillante, n'a que $3^{mm},25$ de diamètre, le diamètre total du cratère étant de 13^{mm}.

La brillance *moyenne* de la projection du cratère correspondante est de

(1) Séance du 21 décembre 1925.

(2) Blondel (*Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 7, 1907, p. 137 et 267).

296, 3 bougies, et la densité de courant de 0,75 ampères par millimètre carré de la section du positif.

Plus récemment, j'ai fait une nouvelle série d'expériences sur des charbons d'un fabricant allemand, qui ont pu supporter un courant de 200 ampères, avec un positif à l'oxyde de cérium de 16^{mm} de diamètre et un négatif de 14^{mm}. Cinq zones concentriques ont donné les brillances suivantes : zone centrale, n° 5, 837 bougies; zone n° 4, 787; zone n° 3, 605; zone n° 2, 423; zone n° 1, 253.

La brillance *moyenne* de l'ensemble du cratère est de 458 bougies, soit 50 pour 100 de plus qu'avec les charbons précédents.

Ces éclats spécifiques sont fort élevés, mais ils n'atteignent pas les chiffres indiqués à l'étranger, notamment par les Américains et les Allemands. En général, leurs mesures établissent une confusion entre la brillance *maxima* que donne le fond du cratère sur un diamètre très faible, et la brillance *moyenne*, la seule intéressante en ce qui regarde la projection.

Les Allemands ont donc des chiffres s'élevant jusqu'à 1260 hefner par millimètre carré, ou 1125 bougies décimales, bien supérieurs à ce que j'ai mesuré. En Amérique, pour des charbons de 150 ampères, on a donné 700 bougies par millimètre carré, nombre fort exagéré.

La méthode de l'intensité totale rapportée à la surface du cratère, appliquée à l'étranger, n'est pas exempte de trois erreurs graves : l'éclairement des parois de la salle par le faisceau, l'influence de la flamme qui peut atteindre jusqu'à 36 pour 100 de la valeur photométrique totale, la mesure du diamètre du cratère faite à froid, au lieu d'être faite à chaud. La dilatation du carbone peut, suivant les températures, augmenter le diamètre éclairé de 10 pour 100 jusqu'à 12 pour 100, soit de 20 à 30 pour 100 sur la section.

A l'aide de l'épure de Rousseau, le calcul des zones du cratère donne le flux total fourni par l'arc. Il atteint 100450 lumens pour 150° et 246930 lumens pour 200°. Il y a lieu d'en déduire l'occultation du négatif incliné qui ne dépasse pas 2 pour 100.

En résumé, les nouveaux charbons présentent un intérêt réel pour la projection de la lumière électrique, mais ils sont loin de donner les résultats exagérés indiqués à l'étranger, dans un but de réclame commerciale.

RADIATIONS. — *Sur l'absorption des rayons β par la matière.* Note (¹) de Mme **J.-S. Lattès** et M. **Georges Fournier**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans une précédente Note (²), nous avons étendu à un faisceau de rayons β secondaires la loi linéaire :

$$\frac{\mu}{\rho} = a + b.\mathrm{N}. \tag{1}$$

Cette loi avait été établie par l'un de nous (³) pour représenter les variations du coefficient massique d'absorption des rayons β primaires du Ra E en fonction du numéro atomique de l'absorbant.

Nous montrons aujourd'hui que cette loi est également valable pour d'autres rayons β primaires provenant d'une ampoule de radium accompagné de ses produits de désintégration.

Une méthode que nous ne décrirons pas ici permet à l'un de nous d'étudier séparément, dans le rayonnement complexe du radium, l'absorption des rayons β primaires, et de proposer une décomposition de ce rayonnement en *groupes principaux*, tels que pour chacun de ces groupes le coefficient d'absorption soit indépendant de l'épaisseur d'absorbant traversée. Cette méthode a permis de définir les groupes suivants : un groupe pénétrant, un groupe moyen, un groupe absorbable, difficile à déterminer avec précision.

Ces groupes ont été caractérisés expérimentalement par leur coefficient massique d'absorption dans six corps simples : C, Al, Ag, Pt, Au, Pb. L'examen des résultats montre que :

1° Les valeurs du coefficient massique $\frac{\mu}{\rho}$ relatives au groupe moyen sont très voisines de celles qui avaient été déterminées directement par l'un de nous avec les rayons β primaires du Ra E. Elles sont donc données, en fonction du numéro atomique de l'absorbant, par la même formule linéaire :

$$\frac{\mu}{\rho} = 15 + 0{,}142.\mathrm{N} \quad (^3). \tag{2}$$

(¹) Séance du 21 décembre 1925.

(²) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 855.

(³) Georges Fournier, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 284 et 1490.

2° Les résultats relatifs au groupe absorbable sont compatibles avec la formule linéaire

$$\frac{\mu}{\rho} = 65 + 0{,}615\,N \tag{3}$$

établie pour le groupe absorbable signalé antérieurement dans le rayonnement du RaE (G. F., *loc. cit.*).

3° Les valeurs du coefficient relatives au groupe pénétrant sont très sensiblement données par une formule également linéaire

$$\frac{\mu}{\rho} = 3{,}66 + 0{,}0348\,N. \tag{4}$$

Remarques. — *a.* Les *groupes principaux* de rayons β définis par absorption, comme nous l'avons indiqué, ne correspondent pas nécessairement chacun à un seul des radio-éléments qui constituent la source. C'est ainsi que le groupe moyen comprend probablement, en plus de l'un des groupes du RaE, un autre groupe émis par le radium B. Dans cet ordre d'idées, nous dirons que le groupe pénétrant semble être constitué, *en majeure partie*, par les rayons β du RaC.

b. Le fait, signalé par nous antérieurement, que le rapport $\frac{a}{b}$ des coefficients de la loi linéaire est constant, est encore vérifié dans la formule (4). En effet, en tenant compte des formules (2), (3), (4) et de la formule

$$\frac{\mu}{\rho} = 5{,}73 + 0{,}0547\,N \tag{5}$$

(établie antérieurement pour des rayons β secondaires), on a sensiblement :

$$\frac{a}{b} = \frac{65}{0{,}615} = \frac{15}{0{,}142} = \frac{5{,}73}{0{,}0547} = \frac{3{,}66}{0{,}0348} = 105.$$

Nous pouvons donc écrire la loi linéaire (1) sous la forme :

$$\frac{\mu}{\rho} = b(105 + N).$$

c. Il semble que la loi linéaire (1) soit applicable à tous les rayons β dans une assez grande échelle des vitesses. En tout cas, la formule (4), relative à des rayons β *très pénétrants*, lui donne un grand caractère de généralité.

POLARIMÉTRIE. — *Sur un cas de mutarotation. Application à l'étude de la saponification de l'oxalate d'éthyle par l'eau et les acides étendus.* Note [1] de M. **E. Darmois**, présentée par M. A. Cotton.

Dans des publications antérieures nous avons indiqué quelques propriétés des complexes formés par l'acide molybdique et l'acide malique. En particulier, le dimolybdomalate de Am, dextrogyre, à fort pouvoir rotatoire, nous a servi de réactif pour la recherche des corps susceptibles de se combiner à l'acide molybdique [2]. L'acide oxalique est un de ces derniers et le pouvoir rotatoire du complexe subit des variations considérables quand on ajoute, à une quantité fixe de sel de Am, des quantités croissantes d'acide oxalique. La dépression ainsi produite est instantanée; elle s'explique en admettant que $C^2O^4H^2$ se combine à une partie de MoO^3 du complexe, avec formation d'oxalomolybdate de Am (inactif) et de molybdodimalate de Am (lévogyre), ce dernier pouvant être décomposé à son tour.

Quand on remplace l'acide oxalique par un de ses éthers solubles dans l'eau, la dépression du pouvoir rotatoire n'est plus instantanée. La rotation d'un mélange d'oxalate diéthylique et du sel dextrogyre varie avec le temps. La marche de la mutarotation dépend de la concentration de l'éther-sel et de la température. Nous donnons ci-dessous deux séries de nombres qui se rapportent aux deux températures de 20° et 44° et au mélange suivant (mélange n° 1) : 1^g de sel complexe; $0^g,73$ d'oxalate ($\frac{1}{200}$ de mol.) dans 50^{cm^3}. Les rotations sont mesurées pour la raie verte du mercure.

Expérience (a), $t = 20°$.

T......	0.	31^m.	59^m.	2^h3^m.	5^h1^m.	12^h45^m.	24^h.	30^h45^m.	33^h9^m.	47^h28^m.	56^h30^m.	74^h18^m.
α_v^{4dm}......	19,38	19,18	19,00	18,34	15,72	9,60	3,78	1,12	0,28	—2,20	—2,50	—2,30

Expérience (b), $t = 44°$.

T......	0.	15^m.	55^m.	1^h50^m.	3^h2^m.	5^h15^m.	6^h18^m.	7^h25^m.	10^h30^m.	12^h.	23^h30^m.
α_v^{4dm}.....	18,44	17,87	15,33	11,53	7,24	1,49	—0,08	—1,17	—2,20	—2,15	—1,87

La rotation gauche maximum obtenue à 20° est la même que celle qu'on observe par addition d'acide oxalique. On doit donc expliquer la mutarotation par une saponification progressive de l'oxalate diéthylique, qui libère

(1) Séance du 21 décembre 1925.

(2) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 629.

de l'acide oxalique; cette saponification aurait lieu en milieu légèrement acide (pH du sel de Am = 3,60). Nous n'avons pu trouver de renseignements sur la saponification de cet éther par l'eau et les acides étendus. Si l'on cherche à étudier cette saponification par la méthode habituelle (dosage à la potasse de l'acidité apparue au bout d'un temps donné), on constate que, dès le début, on trouve presque tout l'acide oxalique de la prise; l'éther doit probablement être saponifié très vite par un alcali, ce qui expliquerait qu'on n'ait jamais entrepris l'étude de sa saponification. L'emploi de notre complexe nous a permis de faire cette étude au polarimètre.

Une solution d'oxalate diéthylique dans l'eau distillée ($\frac{2}{100}$ mol. dans 100^{cm^3}) est maintenue à 20°; au bout d'un temps variable θ, on y fait une prise de 10^{cm^3} qu'on mélange rapidement à une solution de $0^g,4$ du complexe; on complète à 20^{cm^3} et l'on polarise sous 20^{cm} (la concentration est identique à celle du mélange n° 1). La rotation varie avec le temps; on la suit pendant 2-3 heures à 20°; ci-dessous, deux des séries de nombres ainsi obtenues :

$\theta = 5^h 46^m$.

T (min.).........	0.	4.	9.	22.	61.	144.	203.	275.
α_V^{2dm}	9,07	9,01	8,94	8,74	8,23	7,54	7,10	6,62

$\theta = 25^h 42^m$.

T (min.).........	0.	2.	$3\frac{1}{2}$.	$6\frac{3}{4}$.	$25\frac{1}{2}$.	67.	129.	198.
α_V^{2dm}	7,00	5,34	4,54	3,71	2,32	1,80	1,47	1,23

On voit que : 1° la rotation subit une dépression initiale; celle-ci correspond à l'acide oxalique apparu qu'on peut doser en se reportant aux résultats obtenus pour cet acide seul; 2° la rotation varie ensuite et, au début, beaucoup plus vite que pour le mélange d'oxalate neutre et de sel complexe. La solution ajoutée à celui-ci contient donc un corps qui réagit très rapidement avec ce sel; ce ne peut être que l'oxalate acide d'éthyle. Nous l'avons dosé en remarquant qu'au bout d'un temps suffisant, la vitesse de la mutarotation redevient celle du mélange n° 1 [superposition des courbes $\alpha = f(T)$], ce qui donne la proportion d'oxalate neutre initiale. Nous avons suivi ainsi l'apparition de l'acide oxalique et de l'éther monoéthylique avec le temps; les résultats de ces mesures paraîtront ailleurs. On ne peut toutefois dépasser une certaine valeur de θ; la vitesse de la mutarotation devient trop grande et l'extrapolation initiale est incertaine. Le même procédé s'applique pour la saponification de l'éther par HCl

étendu; dans HCl $\frac{5}{100}$ n, la saponification est à peu près deux fois plus rapide que dans l'eau; l'ion H^+ catalyse donc énergiquement cette réaction. On reconnaît facilement que, dans l'eau, la saponification a une allure autocatalytique; elle est catalysée par l'acide oxalique.

Nous avons vérifié directement que l'oxalate acide d'éthyle réagit avec une vitesse très grande sur notre sel complexe. La conservation de l'éther monoéthylique semble très difficile; nous n'avons pu obtenir que des mélanges renfermant environ $\frac{1}{3}$ d'éther mono, $\frac{1}{3}$ de diéther, $\frac{1}{3}$ d'acide oxalique. C'est avec un produit de ce genre que nous avons fait une solution de concentration identique au mélange n° 1; la mesure de la rotation donne les résultats suivants à 20° :

T.	1m25s.	2m19s.	3m19s	5m20s.	7m50s.
α_V^{2dm}	−0,23	−0,80	−0,96	−1,02	−0,98

Bien que la concentration réelle de l'éther acide soit seulement le tiers de celle utilisée dans l'expérience (a), il faut ici environ 1 *minute* pour annuler la rotation du sel, alors qu'avec l'éther neutre, il fallait 34 *heures*.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Sur le calcul de la constante de Verdet dans la théorie moléculaire.* Note (¹) de M. **R. de Mallemann**, présentée par M. A. Cotton.

La théorie moléculaire de la polarisation rotatoire magnétique se déduit de la théorie générale de l'orientation, en ajoutant dans les équations du mouvement le terme $\frac{e\omega}{V}\left[\overrightarrow{v\mathcal{H}}\right]$ qui exprime la force exercée par le champ magnétique $\mathcal{H}$ sur un électron animé de la vitesse v. Nous supposerons la molécule rapportée à ses axes principaux et nous utiliserons les mêmes notations que dans nos publications antérieures. Nous n'envisagerons ici que les régions spectrales assez éloignées des fréquences d'absorption pour qu'on puisse négliger les termes en $\frac{e\omega\mathcal{H}}{V}$ par rapport aux différences $m(\omega_j^2-\omega^2)$ (²), ainsi que les termes amortissants.

L'expression que nous obtenons pour la constante de Verdet est alors la

(¹) Séance du 21 décembre 1925.

(²) Cela revient à négliger les perturbations connexes de l'effet Zeeman.

suivante ([1]) :

$$\Lambda = \frac{8\pi^3}{\lambda^2}\frac{\nu e^3}{3n}\frac{d}{M}\left(\frac{n^2+2}{3}\right)^2\Sigma(AB+BC+CA),$$

la somme Σ devant être étendue à tous les électrons *efficaces* de la molécule. D'autre part la réfractivité R et la constante de Kerr Γ s'expriment en fonction des mêmes réfractivités partielles A, B, C ; il est ainsi possible d'obtenir une relation simple entre les trois grandeurs R, Γ, Λ, dans le cas où les électrons *efficaces* de la molécule peuvent être considérés comme soumis à des liaisons *identiques*. Soit alors p le nombre de ces électrons efficaces ; nous pouvons, dans ce cas, remplacer le signe Σ par le facteur p. Une transformation simple conduit alors à la formule suivante :

$$(1)\qquad \Lambda = \frac{\pi}{2p\nu e\lambda^2}\frac{M}{d}\frac{(n^2-1)^2}{n} - \frac{60\pi^2 RT}{p\nu e\lambda(K+2)^2}\Gamma.$$

La théorie moléculaire établit donc une relation entre la constante de Verdet et la constante de Kerr ([2]). Toutefois, le calcul numérique montre que le terme en Γ est toujours d'un ordre de grandeur au moins 10 fois plus petit que le terme en $(n^2-1)^2$ ([3]), on peut donc le négliger en première approximation, ce qui donne une expression très simple de la constante de Verdet

$$(2)\qquad \Lambda = \frac{\pi}{2p\nu e\lambda^2}\frac{(n^2-1)^2}{n} = 15{,}82\;10^{-7}\frac{M}{d}\frac{(n-1)^2}{n}\qquad \text{(raie D)}.$$

Cette relation est rigoureuse pour des molécules isotropes; elle peut être étendue au cas général où l'on tient compte de la non-identité des différentes liaisons électro-

---

([1]) Nous admettons ici l'exactitude de la loi de Lorentz, mais les résultats qui suivent sont indépendants de la loi exacte du champ intérieur, car le terme correspondant s'élimine dans les relations obtenues.

([2]) La valeur du terme en Γ correspond à l'absence de moment permanent μ; on peut d'ailleurs obtenir une relation générale en substituant à la constante de Kerr l'intensité de la composante dépolarisée dans l'effet Tyndall.

([3]) Ce fait tient à la petitesse relative de l'anisotropie moléculaire; même pour des constantes de Kerr exceptionnelles comme celle du nitrobenzène, la grandeur de la constante diélectrique K réduit le terme en Γ à l'ordre de grandeur indiqué. D'autre part les expressions utilisées ici pour R, Γ, Λ correspondent à la forme élémentaire de la théorie dans laquelle on néglige le champ *intramoléculaire*, dû à l'action mutuelle des électrons d'une *même* molécule. Nous avons montré que la loi d'additivité des réfractions atomiques devait être complétée par un terme correctif, fonction de la constante de Kerr mais qui ne s'annule pas pour les molécules isotropes. Ce dernier terme ne peut donc être négligé dans la formule (1); la correction totale est ainsi réduite par compensation, comme le montre le calcul.

niques. On obtient en effet

$$(3) \qquad [A]_M = \frac{\pi}{2\nu e\lambda^2} \frac{(n^2+2)^2}{n} \sum \frac{R_K^2}{p_K},$$

R_K désignant la réfractivité de chaque groupe des p_K électrons identiques ($p = \Sigma p_K$). On voit que la loi d'additivité des constantes de Verdet *moléculaires*, énoncée par Perkin, n'est pas, théoriquement, tout à fait exacte; l'invariant de polarisation rotatoire magnétique serait la quantité $\frac{n}{(n^2+2)^2}[A]_M$.

Vérifications. — Les vérifications numériques impliquent la connaissance du nombre p des électrons efficaces. Ce nombre doit être égal ou en tout cas *inférieur* au nombre n des électrons de valence.

Corps.	A calculé (2).	A mesuré (Perkin).	p.	n.	$n-p$.
Anhydride carbonique...	$2,4.10^{-9}$	$2,6.10^{-9}$ (Sirk)	12	16	4
Sulfure de carbone......	$13,2.10^{-6}$	$12,4.10^{-6}$	12	16	4
Tétrachlorure de carbone.	4,7 »	4,7 »	28	32	4
Chloroforme............	4,8 »	4,8 »	22	26	4
Bromoforme............	9,1 »	9,1 »	22	26	4
Dichlorométhane........	4,7 »	4,7 »	16	20	4
Chlorure de propyle.....	3,9 »	3,9 »	22	26	4
Bromure de propyle.....	5,1 »	5,2 »	22	26	4
Iodure de propyle.......	7,4 »	7,8 »	22	26	4
Pentane...............	3,4 »	3,4 »	28	32	4
Hexane................	3,4 »	3,5 »	34	38	4
Heptane...............	3,5 »	3,5 »	40	44	4

Le nombre n des électrons de valence est celui qui correspond aux théories actuelles sur la structure des atomes. Le nombre p est inférieur à n, mais, fait remarquable, *pour tous les corps cités, la différence $n-p$ est constante et égale à* 4. Tout se passe comme si les molécules envisagées renfermaient 4 électrons « dissimulés » au point de vue optique, *c'est-à-dire un atome de* C *en moins*. Cette loi très régulière se vérifie ici avec précision.

On remarquera que les substitutions correspondent exactement au nombre théorique des électrons de valence (¹). Par exemple, un halogène substitué à un H donne une différence $7 - 1 = 6$. *Pour la série grasse, les constantes de Verdet se calculent donc bien d'après* (2), *en prenant* $p = n - 4$. On serait ainsi conduit à une valeur nulle pour l'atome de C *libre*, celui-ci serait donc instable, ce qui est d'accord avec le fait bien connu de la polymérisation du carbone.

(¹) Cette règle des substitutions normales d'électrons se vérifie encore dans la série aromatique ($C^6H^5CH^3$, C^6H^3Cl, $C^6H^5NO^2$, ...), le noyau benzénique étant caractérisé par une constante « réductrice » $n - p = 14$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes de chimie capillaire.* Note de M. **René Dubrisay**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

J'ai, dans des Notes antérieures, étudié l'action de différents acides gras sur la tension superficielle qui s'exerce à la surface de séparation de la benzine et des solutions alcalines ([1]). Pour interpréter diverses particularités, j'ai émis l'hypothèse que tout au moins dans certaines limites un acide était d'autant plus actif que son sel alcalin était moins soluble dans l'eau. Je me propose de montrer ici que l'effet de la température sur l'intensité du phénomène étudié vient confirmer cette hypothèse.

Dans les expériences entreprises à cet effet, j'enfermais des solutions benzéniques d'acides gras dans une burette graduée en $\frac{1}{50}$ de centimètre cube. L'extrémité recourbée de cette burette plongeait dans un vase contenant soit de l'eau, soit des solutions alcalines maintenues à température constante pendant toute la durée d'une mesure. Je lisais sur la burette le volume correspondant à l'écoulement lent de 10 gouttes et, en faisant varier la température du bain, je pouvais déterminer tout au moins le sens de l'action de la température sur la tension superficielle. L'écoulement est, en effet, assez lent (3 à 4 gouttes à la minute), pour que l'on puisse admettre que la goutte au moment où elle se détache est approximativement en équilibre de température avec la phase aqueuse.

Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux suivants :

Tableau I. — *Solutions à 1 pour 100 d'acide palmitique.*

Écoulement dans l'eau pure.		Écoulement dans la soude $\frac{N}{1000}$.	
Température.	Volume de 10 gouttes.	Température.	Volume de 10 gouttes.
53°,5	0,750	60°	0,510
44	0,800	54,5	0,460
21	0,960	46,5	0,440
		37,5	0,400
		28,5	0,400

([1]) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 589, et 178, 1924, p. 205; *Bulletin de la Soc. chim. de France*, 5, 1925, p. 6.

TABLEAU II. — *Solution à 1 pour 100 d'acide stéarique.*

Écoulement dans l'eau pure.		Écoulement dans la soude $\frac{n}{1000}$.	
Température.	Volume de 10 gouttes.	Température.	Volume de 10 gouttes.
58°,5	0,615	56°	0,400
53,5	0,700	49,5	0,380
45,0	0,800	38,0	0,360
35,5	0,875	30,0	0,300
27,0	0,950	23,5	0,180
		21,5	0,155

TABLEAU III. — *Solution à 1 pour 100 d'acide oléique.*

Écoulement dans l'eau pure.		Écoulement dans la soude $\frac{N}{400}$.	
Température.	Volume de 10 gouttes.	Température.	Volume de 10 gouttes.
66,0	0,425	61,5	0,095
55,0	0,450	57,0	0,090
40,5	0,450	46,5	0,080
30,0	0,500	37,0	0,060
		26,0	([a])

([a]) Gouttes très petites impossibles à compter.

Ces chiffres montrent que pour chaque solution d'acide gras au contact de l'eau, le volume de la goutte augmente quand la température s'abaisse; c'est-à-dire que, suivant la règle générale, la tension superficielle diminue quand la température augmente. Au contact des liqueurs alcalines, l'allure est inverse, ce qui revient à dire qu'au point de vue du phénomène qui nous occupe, l'activité d'un même acide décroît quand la température s'élève. Ceci concorde bien avec l'hypothèse rappelée plus haut, puisque les savons alcalins sont beaucoup plus solubles à chaud qu'à froid.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la zone thermique de travail sur la sélection des aciers pour soupapes de moteurs d'aviation.* Note de M. **Charles Grard**, présentée par M. Léon Guillet.

Pour que des aciers, appelés à décrire des cycles de travail nombreux dans une zone thermique étendue, puissent résister longtemps aux sollici-

tations dont ils sont l'objet, il faut que leurs caractéristiques retrouvent après chaque cycle leurs valeurs initiales et que par conséquent, dans cette zone thermique, il y ait inexistence de points critiques. Dans ces conditions, la réversibilité de l'acier est assurée, c'est-à-dire que l'on retrouve à froid la structure austénitique ou sorbitique, à l'exclusion de la structure troostitique en coalescence plus ou moins accusée, dont l'hétérogénéité a souvent donné lieu à de graves mécomptes.

Les expériences que j'ai poursuivies à ce sujet se rapportent aux soupapes d'échappement des moteurs d'aviation « poussés » travaillant aux environs de 900°; en compensation de ces échauffements, ces moteurs par suite d'une élévation du rendement au litre et de l'emploi de mélanges pauvres comme combustibles, présentent une diminution du poids par cheval du groupe motopropulseur, ce qui est vital pour l'Aéronautique. Les conditions principales, s'étendant à toute la zone de travail, à remplir simultanément par ces organes, sont les suivantes : réversibilité du métal, conductibilité aussi grande que possible, résistance à la corrosion des gaz brûlés, résistance aux chocs répétés, résilience et dureté suffisantes, légèreté.

Étant admis qu'une importante contribution pourra être apportée par d'heureuses solutions mécaniques (évidemment des tiges de soupapes, larges faces d'appui pour les portées) la recherche de la solution métallurgique a permis d'aboutir aux résultats suivants :

Les alliages riches en nickel d'ailleurs très résilients occasionnent souvent des grippements aux températures élevées : les aciers à coupe rapide sont durs, notamment à chaud, mais fragiles et peu résistants aux chocs répétés; de plus ces deux catégories sont relativement denses.

Les aciers chrome-silicium présentent par rapport aux précédents un allègement pouvant aller jusqu'à 30 grammes par soupape de moteur Lorraine 450 CV, ce qui diminue la force d'inertie alternative dans un organe en mouvement rapide. C'est donc dans cette voie que je me suis orienté, cherchant tout d'abord, par une variation méthodique des teneurs, à repousser les points de transformation au delà de la température maximum d'emploi. J'ai fait élaborer spécialement des gammes de produits dont les compositions sont portées dans le tableau ci-après. Le tableau donne les températures des points critiques (on voit combien nette est l'influence du silicium sur leur remontée) et les résistances aux chocs répétés.

Nº de l'acier.	Teneur en carbone.	Teneur en silicium.	Teneur en chrome.	Valeur de Ac.	Résistance aux chocs répétés.
		Premier groupe.			
1...........	0,570	1,565	13,140	870°	18,570
2...........	0,395	1,960	11,610	888	19,130
3...........	0,560	1,920	14,210	900	20,300
4...........	0,470	1,775	11,800	900	18,790
		Deuxième groupe.			
5...........	0,580	2,440	13,140	920	15,600
6...........	0,535	2,830	14,000	950	16,710
7...........	0,390	2,900	12,060	950	18,140
8...........	0,490	2,870	11,740	970	18,107
		Troisième groupe.			
9...........	0,540	3,885	13,140	1020	15,570
10...........	0,455	4,030	11,610	1050	9,473
11...........	0,345	4,020	12,020	1070	6,918
12...........	0,410	4,100	14,080	1150	3,498

Des trois groupes d'aciers ainsi réalisés, le premier a été écarté parce que les températures des points critiques sont trop basses; le troisième groupe a été également rejeté parce que la précipitation du graphite, due à l'excès de silicium et révélée par l'analyse micrographique, entraîne une résistance aux chocs répétés et une résilience trop faible; dans le deuxième groupe, les aciers 5, 6 et 8 ont donné une résilience insuffisante (inférieure à 2) en raison d'une teneur en carbone trop élevée. J'ai donc conservé l'acier type nº 7 ($C = 0,4$; $Si = 2,5$; $Cr = 12$) dont les caractéristiques, après trempe à l'air vers 1200° et revenu à 900°, sont les suivantes : point critique à l'échauffement supérieur à 900°; densité : 7,8; résistance à la traction à froid : $\geqq 92$; allongement pour 100 à froid : $\geqq 12$; résilience à froid : $\geqq 4$; dureté Brinell à froid : $\geqq 280$; dureté Brinell à 900° : un peu inférieure à 40 (cette dernière caractéristique a été légèrement relevée par une addition de 1,5 pour 100 de tungstène).

Les soupapes chrome-silicium ci-dessus définies, montées sur moteur Lorraine 450 CV, ont accompli un essai d'endurance de 50 heures sans le moindre incident, fait assez rare pour qu'il puisse être signalé; après fonctionnement, ces soupapes ont conservé le poli et la texture qu'elles avaient avant essai, prêtes à un nouvel emploi.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cyclohexylglycérine.* Note (¹) de MM. **Raymond Delaby** et **Maurice-Marie Janot**, présentée par M. A. Béhal.

En 1921, MM. Moureu et Gallagher (²) se proposèrent de préparer la phénylglycérine par la série de réactions qui avait donné à l'un de nous des résultats très satisfaisants dans l'obtention des α-monoalcoylglycérines (³).

Mais, conformément à une expérience antérieure de Klages et Klenk (⁴), ils constatèrent que l'action du brome sur le vinylphénylcarbinol conduisait non pas à la dibromhydrine de la phénylglycérine, mais à la tribromhydrine de ce triol. Les transformations à partir de l'acroléine peuvent être schématisées comme suit :

$$CH^2 = CH - CHO \xrightarrow{C^6H^5MgBr} CH^2 = CH - CHOH - C^6H^5.$$
$$\xrightarrow{Br} CH^2Br - CHBr - CHBr - C^6H^5,$$
$$\xrightarrow{CH^3CO^2Ag} CH^2(O.CO.CH^3 - CH(O.CO.CH^3) - CH(O.CO.CH^3) - C^6H^5$$
$$\xrightarrow{H^2O} CH^2OH - CHOH - CHOH - C^6H^5.$$

Il nous a paru intéressant de rechercher si les transformations étaient comparables aux précédentes lorsqu'on substitue le radical cyclohexyle au groupe phényle, ou si, au contraire, l'analogie était complète avec les réactions conduisant aux alcoylglycérines.

Cette dernière prévision s'est trouvée réalisée : le brome se fixe normalement sur le vinylcyclohexylcarbinol et nous avons vérifié que le «bromure» fusible à 74° signalé dans une courte Note de MM. Valeur et Luce (⁵) est bien la dibromhydrine de la cyclohexylglycérine.

Par ailleurs les transformations s'effectuent régulièrement, et l'on peut compter sur au moins 30 pour 100 du rendement théorique en triol à partir de l'alcool secondaire mis en œuvre. Voici un aperçu de ces opérations.

Le vinylcyclohexylcarbinol $CH^2 = CH - CHOH - C^6H^{11}$ a été obtenu par condensation à basse température de l'acroléine stabilisée avec le bromure de cyclohexyle magnésium, l'aldéhyde n'étant ajoutée que dans

(¹) Séance du 21 décembre 1925.

(²) Ch. Moureu et P. Gallagher, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, 29, 1921, p. 1009.

(³) R. Delaby, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, 27, 1920, p. 609, et *Ann. Ch.*, 9ᵉ série, 19, 1923, p. 275.

(⁴) A. Klages et K. Klenk, *Ber.*, 39, 1906, p. 2552.

(⁵) A. Valeur et E. Luce, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, 27, 1920, p. 611.

la proportion théorique correspondant au magnésium réellement formé (rendement 42 pour 100). Ses principales constantes sont: $Eb_{13} = 93\text{-}94°$; $D_0^0 = 0{,}9352$; $D_0^{17°,5} = 0{,}9202$; $N_D^{17°,5} = 1{,}4811$. R.M. trouvé 43,21; calculé 42,55 (Brühl); 42,62 (Roth et Eisenlohr). L'allophanate est fusible à 169-170°: on peut caractériser plus rapidement cet alcool par le dibromure [1] F. 73°,5 (bain de mercure).

La bromuration est effectuée en milieu acétique et l'on transforme la dibromhydrine en acétine au moyen de l'acétate de potassium sec. Dans cette opération, on a pu mettre en évidence la présence de composés non saturés résultant de l'enlèvement des éléments de BrH à la dibromhydrine, d'où un abaissement sensible du rendement en cyclohexylglycérine.

Il suffit d'alcoolyser le mélange d'acétines par l'alcool méthylique en milieu chlorhydrique (1 pour 100) pour isoler d'emblée par distillation dans le vide, la *cyclohexylglycérine* se solidifiant aussitôt. On la fait recristalliser dans l'acétate d'éthyle. Ce triol se présente en petits prismes moins hygroscopiques que les alcoylglycérines, peu solubles dans l'alcool, insolubles dans le benzène et le chloroforme, solubles dans l'alcool méthylique et l'acétate d'éthyle:

$$Eb_{20mm} = 188\text{-}190°; \qquad F. = 73°,5 \text{ (bain de mercure)}.$$

Le détail des opérations paraîtra dans un autre Recueil.

GÉOLOGIE. — *Sur la nouvelle éruption du volcan de Santorin* (1925). Note [2] de MM. **G. Georgalas** et **N. Liatsikas**, présentée par M. Douvillé.

Nous avons communiqué [3] nos observations depuis le commencement de l'éruption jusqu'au 23 août. Nous les continuons aujourd'hui, jusqu'à la fin d'octobre 1925.

L'activité du volcan a continué avec des alternances irrégulières de paroxysmes et de décroissements, jusqu'au 15 septembre. Depuis cette date le paroxysme a diminué jour en jour et au 13 octobre, l'activité du volcan est devenue bien plus calme. Quatre grandes explosions se sont produites: le 19 août, déjà décrite précédemment, le 30 août, le 10 septembre à 1^h et le 13 septembre à $11^h 30^m$. Pendant cette dernière explosion, accompagnée

(1) A. Valeur et E. Luce, *loc. cit.*
(2) Séance du 7 décembre 1925.
(3) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 425.

par un faible bruit, une très grande quantité de pierres, de sables et de cendres a été projetée. Ces matériaux solides, avec les dégagements de gaz et de vapeurs, ont formé au-dessus du dôme une nuée, qui ressemblait à une queue de paon ouverte, et s'éleva jusqu'à une hauteur de 1700^m. Des décharges électriques ont été aussi observées dans la nuée, sous la forme d'éclairs. Les pierres ont été projetées jusqu'à une distance de 1500 à 2000^m vers les deux extrémités de Nea Kaméni. Une abondante pluie de sables et de cendres se répandit sur toute la ville de Phira, un quart d'heure après l'explosion et elle dura pendant 20 minutes.

Pendant cette première période, l'extrusion des laves a continué en abondance : les deux langues de la lave nouvelle ont atteint une longueur de 600^m environ vers le Nord-Ouest, de 350^m vers l'Est. Depuis le 13 octobre, les phénomènes d'*éruption* diminuent d'importance; on observe moins de dégagements gazeux et de projectiles solides et ceux-ci sont lancés avec moins de force, ils sont pourtant accompagnés de bruits très forts. Au contraire les phénomènes d'*extrusion* de laves sont plus intenses. Et tandis que la langue de lave du Nord-Ouest a été arrêtée et ne s'accroît plus, la langue de l'Est, au contraire, continua à s'accroître dans la direction du banc sous-marin Banco qui se trouve au devant des îles Nea et Mikra-Kaméni et entre ces deux îles et la grande île de Théra. Les laves de cette langue dans leur marche progressive ont rempli le fond de la mer (d'une profondeur maximum de 130^m environ) et ont continué à monter sur les pentes ouest de ce banc, en diminuant la profondeur de 130^m, jusqu'à 33^m (le 31 octobre). Mais par suite de cet obstacle la marche progressive des laves a été arrêtée vers l'Est; la langue commença à se soulever en masse, formant de ce côté une pente haute et abrupte. La lave continuant à sortir a été forcée de s'étendre vers le nord-est et le sud-est de la langue principale, où le fond de la mer était plus abrupt, et c'est ainsi que deux langues plus petites ont été formées, qui progressent activement vers le nord-est et le sud-est de la langue principale ; celle-ci a progressé de 120^m environ depuis le 13 octobre jusqu'à la fin du même mois. Leur accroissement continue. Dans les petites crevasses qui se trouvent à la surface des deux langues, nous avons observé bien des fois, en plein jour, la lave incandescente. Pendant la nuit ces crevasses apparaissaient de Phirá comme des points lumineux. Des fils de zinc introduits dans ces fissures entraient en fusion.

D'autres phénomènes remarquables sont à signaler :

a. Le dôme qui a été formé dès le commencement de l'éruption, au-

dessus de l'ouverture primitive, s'accrut graduellement par l'extrusion continuelle des laves du dedans en dehors et s'éleva jusqu'à une hauteur de 76ᵐ. C'est ainsi qu'un *cumulo volcan homogène* sans cratère — d'après l'expression de M. Fouqué (*Kraterlose Quellkuppe* de la terminologie allemande) a été formé, qui s'éleva en 13 jours jusqu'à une hauteur de 73ᵐ. Sur le point central de ce « cumulo-volcan sans cratère » un petit dôme central persiste avec un diamètre de 40 à 50ᵐ environ. Jusqu'à aujourd'hui aucune forme de cratère ne s'y laissa apercevoir. C'est seulement pendant notre ascension du 18 septembre, que nous avons observé une ouverture centrale cratériforme irrégulière d'environ 15ᵐ de diamètre, produite par la rencontre de plusieurs fentes; nous ne l'avons pas retrouvée pendant notre ascension du 24 septembre.

b. Dès le 1ᵉʳ septembre, un mur demi-circulaire, constitué par des projectiles solides, a commencé à se former à l'ouest et au nord-ouest du dôme central. Il continua à s'élever graduellement et à s'accroître vers l'Ouest-Nord-Ouest; il a ainsi dépassé le dôme central, tandis que d'autre part il s'est réuni au coin sud-est du cône de 1707. Des fumerolles blanches se montrent en abondance sur la croupe de ce mur.

c. Un des faits les plus intéressants est le déplacement du dôme central et son transport à une distance d'environ 100 à 200ᵐ à l'WSW de sa position primitive. Il a été arrêté dès le 28 septembre.

d. A signaler aussi que quelques dégagements gazeux ou détonations de vapeurs d'eau, se produisent suivant un rythme défini, l'intervalle de temps entre deux détonations variant entre $\frac{4}{5}$ et $1\frac{1}{5}$ de seconde. A minuit le 21-22 août, nous avons noté 380 détonations rythmiques en 6 minutes 10 secondes.

L'examen microscopique des bombes et des laves, recueillies par nous jusqu'au 31 août, prouve que ces laves appartiennent à une roche andésitique. Sa contenance en SiO^2 varie de 63,68 à 65,84 pour 100. C'est une andésite à hyperstène et augite. Elle est caractérisée par des cristaux porphyriques de feldspath (nous avons déterminé, jusqu'à présent le labrador), d'hyperstène et d'augite, empâtés dans une pâte vitreuse, dans laquelle on aperçoit de petits cristaux microlithiques de feldspath (présentant des petits angles d'extinction) et des grains rares de magnétite.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les résultats des travaux géophysiques dans le domaine de l'anomalie magnétique de Koursk.* Note [1] de M. **P. Lasareff**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans mes travaux précédents [2], j'ai indiqué que la bande septentrionale de l'anomalie magnétique de Koursk contient deux maxima ($Z = 2,0$) dans le district de Stschigry et dans le district de Stary Oscol. Ces deux maxima sont séparés par un minimum (district de Tim).

Les travaux gravimétriques exécutés par MM. Aksenov, Michailov, Nikiforov et Sorokine ont démontré que l'anomalie de gravité aux maxima et au minimum de l'anomalie magnétique reste de même ordre de grandeur (0,0082 à Stschigry, 0,0063 à Tim, 0,015 à Stary Oscol).

Ce fait montre que les masses des gisements ferrugineux produisant l'anomalie magnétique sont transformées partiellement en masses non magnétiques aux environs de Tim, et cette transformation peut être produite par l'oxydation de magnétite en hématite.

Pendant les forages profonds à Stschigry, on a découvert que vis-à-vis de magnétite, on trouve toujours l'hématite, de sorte que l'hypothèse de cette oxydation était vraisemblable.

Les travaux de forage profond exécutés dans le domaine de minimum de l'anomalie magnétique (Tim) ont démontré qu'à la profondeur de $167^{m},7$ nous trouvons des quartzites ferrifères (hématite) qui contiennent à la profondeur de 170^{m} environ 53 pour 100 de fer pur. Notre hypothèse est donc vérifiée.

Ces travaux montrent ensuite que la masse totale produisant l'anomalie gravimétrique est formée par des amas ferrifères.

Pour calculer la quantité de fer, nous avons fait deux hypothèses : nous admettons que la teneur en fer pur varie le long de l'anomalie et est proportionnelle à la composante verticale au point correspondant. Avec cette hypothèse nous recevons la quantité de fer contenue dans la bande septentrionale égale à $0,8 . 10^{10}$ tonnes.

La seconde hypothèse est que la teneur en fer pur est partout égale et que c'est la proportion de magnétite et hématite qui montre les variations.

---

(1) Séance du 21 décembre 1925.

(2) Voir P. Lasareff, *Journal de Physique*, 6e série, 5, 1924, p. 180-192, et *Ferrestrial Magnetism*, 30, 1925, p. 11.

Avec cette seconde hypothèse nous avons obtenu pour la quantité de fer pur une quantité de 2.10^{10} tonnes environ.

Nous voyons maintenant que c'est seulement cette dernière hypothèse qui correspond aux faits observés.

OCÉANOGRAPHIE. — *De la genèse des Rias.* Note de M. **Rafael de Buen**, présentée par M. Joubin.

A l'occasion de la réfection d'un quai à Vigo (Espagne) on a pratiqué sous l'eau, dans la ria où se trouve le port, un sondage au trépan jusqu'à la profondeur de 14^m au-dessous de la surface du sol immergé. Douze échantillons du fond ont été récoltés à des distances connues et soumis à une analyse mécanique dans le but d'évaluer exactement leurs proportions respectives en sable gros, moyen, fin, très fin, fin-fin, argile et vase. On a constaté que sur cette faible épaisseur de 14^m le terrain était la superposition de cinq à six couches distinctes, pour chacune desquelles la dimension des grains allait toujours en diminuant de bas en haut.

La loi de Lavoisier attribue ces variations régulières des dimensions des grains constituant un dépôt marin à des éloignements et à des rapprochements de ce dépôt du rivage, en d'autres termes à des variations de l'épaisseur de la couche d'eau sus-jacente, c'est-à-dire à une succession plus ou moins répétée d'affaissements et de relèvements du sol environnant.

La théorie de Wegener fournit une explication de ces oscillations apparentes du niveau de la mer dont le rôle est capital dans la formation, non seulement des rias de la Galice espagnole et de la Bretagne française, mais encore des glens de l'Écosse, des skjers de Suède et des fjords si fréquents en Norvège et plus encore dans les régions polaires.

En réalité toutes ces formations ne sont que des variétés différentes d'un même processus géologique. Toutes sont des fentes profondes aux parois abruptes situées dans des terrains anciens de roches primitives particulièrement compactes et cassantes par retrait, étroites vallées submergées par la mer au bord de laquelle elles se trouvent et dont le niveau constitue un repère commode et facilement observable. Elles sont les conséquences d'affaissements et de relèvements répétés du sol provoqués par des oscillations verticales des blocs isostatiques flottants sous l'influence des variations d'équilibre dues au déplacement soit de leur charge de glaces s'accumulant et disparaissant chaque année, dans les régions glacées anciennes ou

modernes particulièrement riches en fjords, skjers, glens et rias, soit de l'entassement local sur le lit de l'Océan des sédiments marins, détritus d'abrasion et d'érosion continentale apportés par les fleuves.

MÉTÉOROLOGIE. — *Évolution des masses très étendues de cumulo-nimbus en Afrique occidentale.* Note [1] de M. **Henry Hubert.**

Il a été indiqué [2] que, en Afrique occidentale, chaque masse indépendante de cumulo-nimbus d'hivernage était susceptible de donner naissance, par une série de transformations successives, à divers types de nuages se groupant toujours suivant un ordre régulier, de façon à former un système nuageux caractéristique. Lorsque la masse de cumulo-nimbus originels n'est pas exceptionnellement étendue, comme c'est le cas le plus fréquent, on a affaire à un système nuageux homogène, dont l'évolution est régulière au fur et à mesure de la progression : c'est le cas du type antérieurement décrit. Par contre, quand cette masse a une profondeur (E-W) de l'ordre d'un millier de kilomètres, les phénomènes observés, tout en restant spécifiquement de même nature, sont souvent beaucoup plus complexes. Ils se présentent alors de la manière suivante :

Sous un voile coutinu, formé successivement de strato-cirrus diaphanes, puis de cirrus à formes nettes, puis d'alto-cumulus, apparaissent des *îlots distincts* de nuages, ayant quelques kilomètres à quelques dizaines de kilomètres de longueur, séparés par des distances de quelques kilomètres et plus, et qui, tout en progressant dans une direction générale commune (E-W), peuvent avoir des trajectoires indépendantes. A part certaines exceptions chacun de ces îlots est caractérisé par un type de nuage, *largement dominant*, sinon exclusif ; de plus, les nuages dominants sont : 1° identiques pour les îlots passant en même temps sous le même méridien ; 2° différents pour les îlots qui se suivent, la différenciation progressant dans l'ordre précédemment décrit. On a, dans une certaine mesure, un très vaste système nuageux dont les éléments se succèdent dans l'ordre déjà indiqué, mais qui est considérablement étiré et divisé en petits îlots, qui, eux, sont homogènes.

Dans cet ensemble régulièrement progressif, certains îlots, pourtant, sont

(1) Séance du 21 décembre 1925.

(2) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 427.

aberrants, en ce sens que leur stade d'évolution ne correspond pas à leur position au sein de la masse nuageuse. On verra, parmi les îlots de la zone frontale, où il n'y a pratiquement que des cirrus, un îlot d'une vingtaine de kilomètres d'étendue, formant à lui seul un petit système nuageux complet et produisant un grain local; ou bien encore parmi les nuages de la traîne apparaîtra isolément un îlot dans lequel les cumulo-nimbus commencent seulement à bourgeonner. En continuant à s'appuyer sur l'observation directe, on peut interpréter comme il suit les constatations faites :

1° *La totalité de la masse nuageuse provient de cumulo-nimbus, dont l'évolution est celle décrite précédemment.* — Cela résulte, à l'évidence, des multiples examens portant sur toutes les parties des masses nuageuses.

2° *Tous ces cumulo-nimbus se sont formés à peu près à la fois et dans un temps très court.* — Cela résulte des connaissances actuellement acquises sur la météorologie de l'Afrique occidentale; elles nous montrent qu'à certaines périodes de l'hivernage des surfaces énormes de cette contrée présentent au même moment, et pendant plusieurs heures de suite, des conditions météorologiques pratiquement identiques. Cette identité de conditions justifie une identité et une presque simultanéité de production sur toute la surface considérée. Des indications précédentes, on peut déduire que, lors de leur passage au lieu d'observation, les cumulo-nimbus (ou les îlots de cumulo-nimbus) se présenteront successivement, au moins pour la plus grande part, au stade d'évolution qui correspondrait à la position qu'ils occuperaient dans un système simple du type décrit.

3° *Divers caractères peuvent modifier localement le stade d'évolution de certains îlots de cumulo-nimbus.* — Je noterai ceux qui ont été déterminés :

a. La situation en latitude. — Des observations portant sur la zone située à l'est de Dakar ont montré que l'évolution des cumulo-nimbus était un peu plus précoce dans l'est des masses nuageuses que dans l'ouest. Cette particularité peut être généralisée. Elle serait peut-être due à la différence très grande de la vitesse des courants ascendants dans la zone de la mousson et dans celle de l'harmattan. Il en résulterait que des retards légers dans l'échauffement des masses d'air voisines du sol (les premières échauffées se trouvant à l'Est) se traduiraient par des retards plus grands dans l'évolution des cumulo-nimbus. A cette influence s'ajouterait celle de l'harmattan, entraînant dans l'Ouest les cumulo-nimbus (ou les nuages en dérivant) et dégageant toujours, par conséquent, la partie occidentale de la masse nuageuse au lieu de permettre à la vapeur d'eau de s'y accumuler.

b. La situation géographique. — Certains caractères régionaux (modelé,

existence de vastes étendues d'eau, nature du sol ou de la végétation) interviennent pour accélérer ou ralentir la formation et l'évolution des cumulonimbus. Parmi les premières, on peut signaler, notamment, la Petite Côte au sud de la presqu'île du Cap Vert, et la région de Beyla, en Guinée. Il est probable qu'il y en a beaucoup d'autres.

c. Des variations, très localisées, de l'insolation ou de l'intensité des courants ascendants. — Ces variations sont évidentes. Parmi les causes de production, la plus simple à imaginer est le passage d'écrans nuageux.

Les caractères énumérés font comprendre soit les irrégularités de la masse nuageuse (îlots distincts, qu'on observe également partout dès qu'il s'agit de très grandes surfaces de nuages), soit les anomalies de celle-ci (îlots aberrants). Malgré la complexité d'une masse nuageuse d'hivernage très étendue analogue à celles dont il a été question ici, il semble qu'on doive la considérer comme constituant un système nuageux unique du type décrit précédemment, alors même qu'elle renferme un ou plusieurs îlots se comportant comme de petits systèmes nuageux indépendants. Cette manière de voir donne une idée correcte, sinon de tous les détails, du moins de l'ensemble. Elle explique que les îlots voisins présentent le caractère d'être parvenus au même stade d'évolution. Elle permet, dans les cas difficiles, de se représenter, par anticipation, la succession *régulière* et *progressive* des formations nuageuses *dominantes* qui paraîtront devant l'observateur et fournit ainsi un élément rationnel de prévision.

BOTANIQUE. — *Variations du* pH *dans quelques tourbières à Sphaignes du centre et de l'ouest de la France.* Note (¹) de M. **P. Allorge**, présentée par M. L. Mangin.

On sait depuis longtemps que les milieux biologiques des tourbières à Sphaignes ont une réaction acide. Warming a consacré cette notion en donnant le nom d'*oxylophytes* aux végétaux qui s'associent dans ces tourbières. Les méthodes colorimétriques actuelles permettent de déterminer cette acidité sur le terrain même, avec une précision suffisante.

Mes recherches (²) ont porté sur les eaux (prélevées directement ou obte-

(¹) Séance du 21 décembre 1925.

(²) J'ai utilisé la méthode de Gillespi avec le concours de M. R. Cerighelli pour la mise au point du matériel.

nues par expression des Sphaignes) de tourbières appartenant à deux types : type arctique (Margeride) caractérisé par *Betula nana*, *Salix Lapponum*, *Oxycoccos microcarpus*, *Carex pauciflora* et type atlantique (Pays basque, Maine) défini par *Erica ciliaris*, *Pinguicula lusitanica*, *Carex binervis*.

I. *Monts de la Margeride* au-dessus de Lajo (Lozère), alt. ca 1400^{m}.

1° Bombements de *Sphagnum* (*S. acutifolium*, *medium*) avec *Odontoschisma Sphagni*, *Polytrichum strictum*, *Salix Lappanum*, *Betula nana*, *Oxycoccos microcarpus*, *Vaccinium Vitis-Idæa*, *Drosera rotundifiola* et quelques Algues (*Mesotænium macrococcum*, *Cylindrocystis Brebissonii*, *Cosmarium nasutum*, *Fruslulia saxonica* [1]. pH moyen (12 prises) = 4,2; amplitude 3,9-4,4.

2° Cuvettes à *Carex vulgaris* et *Sphagnum recurvum* avec *S. cuspidatum*, *Cephalozia fluitans*, *Hypnum fluitans*, *stramineum*, *Carex limosa*, *pauciflora*, *Comarum*, *Menyanthes*. Grandes Desmidiées dominantes (*Spirotænia condensata*, *Closterium intermedium*, *Netrium Digitus*, *Tetmemorus Brebissonii*, *Euastrum pinnatum*, *Micrasterias truncata*, *rotata*, *Cosmarium Ralfsii*, *Brebissonii*, *Xanthidium armatum*) *Eremosphæra viridis*, *Asterococcus superbus*, *Frustulia saxonica*, *Eunotia*, *Pinnularia* et *Stauroneis* sp. pl., *Chroococcus turgidus*, *Stigonema ocellatum*. pH moyen (11 prises) = 5,2; amplitude 4,9-5,4.

3° Eaux vives à *Montia rivularis* avec *Sphagnum teres*, *Scapania undulata*, *Philonotis seriata*, *Glyceria fluitans*, *Saxifraga stellaris*, *Sedum villosum*, *Stellaria uliginosa*. Desmidiées rares, Diatomées abondantes (*Tabellaria flocculosa*, *Frustulia saxonica*, *Eunotia pectinalis*, etc.), *Draparnaldia glomerata*. pH moyen (7 prises) = 6,1; amplitude 5,7-6,3.

II. *La Rhune* (Basses-Pyrénées), col des Trois Fontaines, alt. 545^{m} :

1° Tapis bombés de *Sphagnum* (*S. tenellum*. *cymbifolium*, *compactum*) avec *Odontoschisma Sphagni*, *Lepidozia setacea*, *Rhynchospora alba*, *Calluna*, *Erica ciliaris*, *Tetralix*, *Drosera rotundifolia* pH moyen (5 prises) = 4,4; amplitude 4,3-4,6.

2° Couloirs à *Rhynchospora alba* avec *Sphagnum Gravetii*, *Heleocharis multicaulis*, *Narthecium*, *Drosera intermedia*, *Pinguicula lusitanica*. Grandes Desmidiées abondantes (*Netrium Digitus*, *Closterium Lunula*, *Euastrum cuneatum*, *crassum*, *ampullaceum*, *oblongum*, *Micrasterias truncata*, *denticulata*, *Tetmemorus granulatus*, *Cosmarium pyramidatum*), *Eremosphæra viridis*, *Schizochlamys gelatinosa*, *Frustulia saxonica*, *Stenopterobia anceps*, *Cymbella gracilis*, *Eunotia*, *Pinnularia* et *Stauroneis* sp. pl., *Stigonema ocellatum*. pH moyen (4 prises) = 5,8; amplitude 5,3-5,6.

3° Ruisselets à *Potamogeton polygonifolius* et *Helodes* avec *Sphagnum Gravetii*, *Narthecium*, *Carum verticillatum*. Diatomées dominantes, *Batrachospermum vagum*, Desmidiées rares. pH moyen (4 prises) = 5,8; amplitude 5,7-5,9.

4° Nappes sourcillantes à *Montia rivularis* avec *Philonotis cespitosa*, *Glyceria fluitans*, *Stellaria uliginosa*, *Veronica Beccabunga*. Diatomées abondantes, Desmidiées rares (*Cosmarium Botrytis*, *Netrium Digitus*) pH = 6,8 (2 prises).

---

[1] Dans cette liste et les suivantes les espèces essentielles sont seules indiquées.

III. *Massif de Multonne*, marais du Fourneau (Mayenne), alt. 270^{m}

1° Bombements de *Sphagnum* (*S. tenellum*, *cymbifolium* avec *Odontoschisma Sphagni*, *Lepidozia setacea*, *Carex binervis*, *Scirpus cespitosus*, *Narthecium*, *Calluna*, *Erica Tetralix*, *Drosera rotundifolia* avec quelques Algues (*Mesotaenium macrococcum*, *Tetmemorus minutus*, *Cosmarium obliquum*, *Staurastrum Capitulum*, *Chroococcus minutus*). pH moyen (9 prises) = 4,3 ; amplitude 4 - 4,6.

2° Cuvettes à *Rhynchospora alba* avec *Sphagnum molluscum*, *cuspidatum*, *Cravetii*, *Lophozia inflata*, *Heleocharis multicaulis*, *Drosera intermedia*, *Pinguicula lusitanica*. Grandes Desmidiées dominantes (*Spirotœnia condensata*, *Netrium Digitus*, *Closterium Libellula*, *Tetmemorus granulatus*, *Euastrum ansatum*, *crassum*, *cuneatum*, *Micrasterias truncata*, *Cosmarium Ralfsii*, *quadratum*, *Brebissonii*, *Xanthidium armatum*), *Eremosphæra viridis*. *Binuclearia tatrana*, *Asterococcus superbus*, *Frustulia saxonica*. pH moyen (4 prises) = 5,1 ; 4,9 - 5,2

3° Vasques et ruisselets lents à *Potamogeton polygonifolius* et *Helodes* avec *Sphagnum Gravetii*, *Hypnum fluitans*, *Narthecium*, *Malaxis paludosa*, *Carum verticillatum*. Florule algale comme ci-avant, mais plus riche en Diatomées (*Cymbella gracilis*, *Stenopterobia anceps*, *Eunotia* et *Pinnularia* sp. pl.). pH moyen (4 prises) = 5,6 ; amplitude 5,5 - 5,7.

En résumé, dans ces tourbières, le pH est compris entre 3,9 et 6,8 et l'amplitude pour les divers groupements distingués ici est la suivante :

Bombements de Sphaignes (2 types)	3,9-4,6
Cuvettes à *Carex vulgaris*	4,9-5,4
Rhynchosporetum	4,9-5,6
Ruisselets lents à *Potamogeton polygonifolium*	5,2-5,9
Montietum	5,7-6,8

Les grandes Desmidiées hydrosphagnophiles qui constituent le noyau caractéristique du groupement algal que j'ai appelé *Micrasterietum* ont, pour la plupart, leur optimum entre 5 et 6.

Je reviendrai dans une Note ultérieure sur la tolérance de certaines espèces vis-à-vis de l'acidité des eaux des tourbières à Sphaignes; on peut dès à présent, en employant la terminologie de R. Legendre, distinguer parmi les espèces oxyphiles des espèces *sténoioniques* comme *Sphagnum acutifolium*, *Odontoschisma Sphagni*, *Drosera intermedia*, *Mesotænium macrococcum* et des espèces *euryioniques* telles que *Sphagnum Gravatii*, *Narthecium ossifragum*, *Frustulia saxonica*, *Eremosphæra viridis*, *Netrium Digitus*.

BOTANIQUE. — *Réaction amylogène uniloculaire ou pluriloculaire des plastes.* Note de M. A. MAIGE, présentée par M. Marin Molliard.

Au cours de mes recherches antérieures, j'ai à diverses reprises attiré l'attention sur les modes de réaction amylogène des plastes, l'un uniloculaire l'autre pluriloculaire, que l'on peut observer dans les cellules des embryons de diverses légumineuses. (*Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Faba vulgaris*). Cette Note a pour but de grouper et de compléter mes observations.

Les leucoplastes amylogènes uniloculaires peuvent, dans une réaction amylogène naturelle ou provoquée, provenir, soit de plastes amylifères soit de plastes non amylifères. Dans le premier cas, ils sont caractérisés par la formation autour du grain d'amidon primitif d'une couronne d'épaisseur généralement régulière de substance amylacée de condensation moindre. Dans le second ils apparaissent à l'origine très petits dans le cytoplasme; on peut observer facilement leur développement pendant la germination de cotylédons isolés des espèces précitées prélevés dans des graines qui viennent d'arriver à maturité; leur condensation est généralement lente. Dans les deux cas, ces plastes peuvent, à des états de grosseur variés, devenir pluriloculaires par formation d'une calotte latérale ou d'une couronne entière de nouvelles loges.

Les plastes amylogènes pluriloculaires, que l'on peut observer aisément dans les hypocotyles des graines précitées en germination, peuvent provenir des uniloculaires par les processus sus-indiqués ou naître directement de plastes non amylifères par accroissement et alvéolisation simultanée de leur stroma. Dans le premier cas, lorsque l'alvéolisation est peu accusée, elle aboutit à la formation d'une calotte ou d'une couronne d'une seule assise de logettes, mais si elle est très accentuée, il se produit une calotte ou une couronne épaisse composée d'assises parfois assez nombreuses formant une sorte de tissu amylifère cloisonné à alvéoles très petites, qui englobe le grain d'amidon primitif. Quand le phénomène se produit sur un très petit plaste amylifère, ce dernier se trouve en quelque sorte noyé, quoique restant nettement distinct, dans la masse alvéolisée qui l'entoure excentriquement. Ce cas fait évidemment transition vers celui où, le petit grain d'amidon primitif étant inexistant, la masse alvéolisée dérive directement d'un plaste non amylifère.

Les loges des plastes pluriloculaires produites simultanément par l'alvéolisation du stroma, d'un plaste amylifère ou non présentent des condensations qui évoluent parallèlement, ce qui montre qu'elles présentent le même tonus amylogène, mais il n'est plus rare cependant de constater, chez les plastes à condensation lente, que certaines d'entre elles présentent une condensation plus avancée, se traduisant dans la coloration plus accusée par l'iode du noyau central. L'observation est particulièrement frappante dans les cas de condensation lente obtenue par culture sur glucose à 5 pour 100 d'hypocotyles secs de *Phaseolus vulgaris* et *Lupinus albus*.

Ce fait, joint à celui que j'ai signalé antérieurement de la dissociation des loges des plastes pluriloculaires dans certains cas de condensation lente, suggère nettement que la formation de l'amidon dans un leucoplaste pluriloculaire, ne résulte pas d'une action d'ensemble du plaste, mais de la réaction isolée de l'écorce plastidale de chacune de ses loges. En un mot l'unité physiologique amylogène est le leucoplaste uniloculaire ou la loge du leucoplaste pluriloculaire.

Il y a lieu de remarquer que les mêmes plastes peuvent, à des instants divers de l'évolution de la cellule, présenter des réactions loculaires différentes; ainsi la réaction amylogène, sous l'action d'une solution de glucose à 5 pour 100, des unités plastidales inactives des cotylédons de Haricot, issus de graines fraîches, est toujours uniculaire, tandis que la réaction de la plupart de ces mêmes unités dans les cotylédons mis à germer isolément 6 mois après la dessiccation est au contraire dès le début pluriloculaire ou le devient rapidement. De même la réaction amylogène pluriloculaire des hypocotyles secs de Haricot mis à germer isolément, qui est faible immédiatement après la dessiccation de la graine, devient dans la suite beaucoup plus intense. Pour interpréter ces faits, il y a lieu de remarquer tout d'abord que, dans certains cas, le mode de réaction loculaire présente un caractère de constance très net, et se conserve, alors même que l'état physiologique de la cellule peut varier profondément. Ainsi les cotylédons issus de graines de Haricot conservées depuis plusieurs années, qui sont sur le point de perdre leur faculté germinative et dont les cellules présentent dès le début de la germination des signes pathologiques d'altération aboutissant à une mort rapide, continue à présenter la réaction pluriloculaire, tandis qu'il est impossible, même en augmentant la concentration en glucose, de faire acquérir celle-ci aux plastes des cotylédons prélevés à l'état frais.

Ce fait conduit à penser que la nature de la réaction loculaire est liée essentiellement à un état d'équilibre physico-chimique déterminé du stroma

du plaste. La transformation de la capacité de réaction uniloculaire en capacité de réaction pluriloculaire s'effectuerait lorsque les conditions physiologiques de la cellule en modifiant l'état physico-chimique plastidal permettraient le passage d'un état d'équilibre à l'autre.

BOTANIQUE. — *Démonstration expérimentale du rapport vasculaire entre la feuille et la racine.* Note de M. **André Dauphiné**, présentée par M. Molliard.

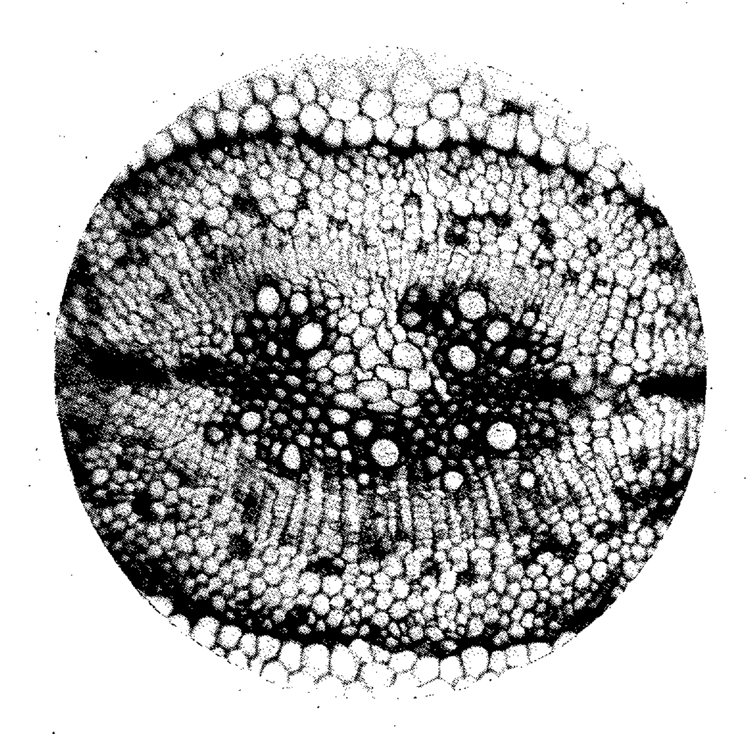
Si de nombreux anatomistes ont été frappés par les relations qui existent entre le système conducteur de la feuille et celui de la tige, il ne semble pas que, jusqu'à ces dernières années, on ait été tenté d'établir un rapport entre l'accroissement de ce système dans la racine et la production de nouvelles feuilles. Ce n'est qu'en 1921 que G. Chauveaud (1) a montré avec précision que « l'apparition de feuilles nouvelles est accompagnée de la différenciation de nouveaux éléments conducteurs dans la tige et dans la racine ». La présente Note a pour objet une démonstration expérimentale de cette constatation.

Au cours des expériences que je poursuis dans le but de déterminer l'influence de certains traumatismes sur le développement des plantes vasculaires, j'ai lésé la gemmule de graines mûres de Lupin (*L. albus*), de manière à supprimer une partie des ébauches foliaires épicotylées. Ces graines ont donné en germant des plantules auxquelles manquait une ou plusieurs feuilles; j'ai pu constater qu'à l'absence de ces feuilles correspondait, dans la racine, l'absence de groupes vasculaires plus ou moins importants suivant le nombre de feuilles supprimées.

La microphotographie ci-après représente en section transversale la racine d'une plantule issue d'un embryon où seule l'ébauche d'une des feuilles de la première paire épicotylée avait été supprimée. Les deux convergents situés à droite et à gauche et correspondant aux cotylédons ont atteint la phase superposée, suivie des formations secondaires; d'un côté, les ailes de ces convergents sont réunies par des vaisseaux situés dans le plan intercotylédonnaire; du côté opposé, ces vaisseaux font défaut. Or, ce dernier correspond à la feuille épicotylée qui a été supprimée; il est

(1) I.-G. Chauveaud, *La constitution des plantes vasculaires révélée par leur ontogénie*, p. 105, Payot, Paris, 1921.

permis d'admettre que le non-développement de cette feuille a eu pour résultat la non-différenciation des éléments conducteurs qui lui correspondent, et, par comparaison avec le côté opposé, de déterminer les éléments qui correspondent à la feuille qui n'a pas été supprimée. Il est



Racine d'une plantule de Lupin issue d'une graine où l'ébauche d'une des feuilles de la première paire épicotylée avait été supprimée.

à remarquer que le méristème secondaire s'est néanmoins développé sur l'emplacement des vaisseaux manquants : il s'agit donc moins d'une absence de formation que d'une absence de différenciation.

L'influence que peut avoir sur la structure de la racine la présence ou l'absence d'une feuille déterminée nous fournit une nouvelle preuve de la constitution complexe du végétal vasculaire.

BOTANIQUE. — *Sur la biologie de* Mucidula mucida (*Fr.*) *Pat.* Note de M. R. **Morquer**, présentée par M. Molliard.

Il est rare de rencontrer deux Basidiomycètes lignicoles sur le bois d'un même arbre vivant. J'ai récolté le 20 septembre 1922, près du Prat de Jonéou (Haute-Garonne), *Mucidula mucida* et *Ganoderma applanatum* épixyles sur un Hêtre. J'ai prélevé aseptiquement, en profondeur, à quelques millimètres du chapeau du Ganoderme, un fragment de bois décomposé, et j'ai bouturé ainsi le mycélium sur divers milieux notamment :

A.		B,	
Eau distillée	200^{cm^3}	Eau distillée	200^{cm^3}
PO^4KH^2	0,2 g	NO^3Na	0,095 g
$(NO^3)^2Ca$	0,1	NO^3K	0,1
SO^4Mg	0,25	$PO^4(NH^4)^2H$	0,075
ClK	0,05	PO^4Na^2H	0,16
Glucose	5	ClK	0,075
Xylose	0,5	$(NO^3)^2Ca$	0,05
Maltose	2	$(PO^4)^2Ca^2H^2$	0,043
Gélose	6	SO^4Mg	0,2
		SO^4Zn, Mn, Fe, chacun	0,010
		Glucose	4
		Arabinose	1
		Gélose	4

Les cultures échelonnées de 1922-1924, au laboratoire, de 11° à 17°, en tubes de 90^{cm^3} et fioles de Roux de 650^{cm^3} ont conduit à l'obtention de mycélium et de carpophores fertiles de *Mucidula mucida* (1). Les spores produites en culture pure ont germé sur des milieux identiques aux précédents et redonné des fructifications semblables aux premières.

J'ai démontré ainsi, par des cultures, non seulement la juxtaposition mais l'intrication des mycéliums de deux parasites épixyles d'un même hôte, l'un appartenant aux Agaricinées, l'autre aux Polyporées. Ces hyphes ont coexisté à l'intérieur des tissus de l'arbre sans perdre la faculté de reproduire la forme parfaite. J'ai trouvé des milieux nutritifs, dont certains ne renferment que des substances chimiquement définies, comparables à celles

(1) Depuis l'obtention et l'étude des carpophores de *Mucidula mucida*, a paru une intéressante Note de L. Lütz sur l'unification des méthodes de cultures relatives à un certain nombre de Basidiomycètes (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 532-534).

qui se rencontrent, soit à titre durable, soit comme produits de décompositions diastasiques, dans le corps des Phanérogames. Une humidité abondante semble nécessaire à l'évolution complète des fructifications de *Mucidula*, l'insuffisance de ce facteur limite le développement des ébauches à des cordons pruineux qui se dessèchent. Le géotropisme n'affecte, dans un sens négatif, que la portion terminale du stipe; le chapeau et, surtout, l'hyménophore sont positivement géotropiques. Divers auteurs, Tulasne, Gillot, Schrœter, Maheu, Lütz, dans les galeries souterraines et les avens, Brefeld (dans ses expériences) ont remarqué l'allongement du pied, le caractère rudimentaire des chapeaux, la disparition de la spoluration chez la plupart des carpophores de Basidiomycètes formés en l'absence de lumière. Lakon a fait fructifier *Coprinus plicatilis*, dans les mêmes conditions, mais dans un courant d'air; il pense avoir démontré ainsi que l'action inhibitrice de l'obscurité sur la fructification est due uniquement à une diminution de la transpiration. R. Maire a fait développer la forme parfaite de *Pholiota cylindracea*, à l'obscurité, la transpiration étant ralentie. Mlle Cool n'a obtenu que des carpophores anormaux de *Mucidula* en l'absence de lumière. Or, dans mes expériences :

Le *Mucidula mucida a donné naissance, à l'obscurité, à des carpophores dont les chapeaux et les spores se sont montrés normaux et fertiles;* à partir des basidiospores, ainsi formées, j'ai réussi à obtenir, en culture pure et en l'absence de lumière, de nouveaux appareils fructificateurs. La privation de lumière s'est traduite par un allongement du stipe, mais la substitution d'un milieu B, riche en substances catalytiques, à un milieu A pauvre en ces mêmes constituants et très faiblement plus acide que B, a suffi pour procurer un raccourcissement du pied jusqu'à sa taille normale : les *modifications provoquées par la lumière se réduiraient à un phénomène de nutrition*. Le *Mucidula* s'accommode d'une respiration et d'une transpiration ralenties, l'influence respective de ces deux facteurs n'ayant pu, jusqu'ici, faire l'objet d'une distinction en culture pure. Le mycélium se développe lentement, sans carpophore, sur un milieu organique ne renfermant que des traces de substances minérales.

La culture au laboratoire, à température variable, corrobore les observations dans la nature, pour établir la pérennité du mycélium.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur un type de formations cribro-vasculaires médullaires nouveau pour la famille des Crassulacées.* Note de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Guignard.

M. le Professeur J.-N. Rose m'ayant envoyé en 1913 une tige florifère vivante de *Thompsonella minutiflora* Britton et Rose, j'ai pu étudier la structure anatomique de cette curieuse Crassulacée et y découvrir un type de formations cribro-vasculaires surnuméraires tout à fait différent de celui qu'on observe dans l'*Echeveria gibbiflora* D. C. et le *Greenovia terræ* La Berr. et que j'ai précédemment décrit (1).

La tige florifère du *Thompsonella minutiflora* présente dans ses entrenœuds la structure suivante : Au-dessous de l'épiderme qui forme une seule assise de cellules à parois externes très faiblement cutinisées, on observe une ou deux assises sous-épidermiques à peine distinctes des cellules corticales sous-jacentes par une très légère collenchymatisation de leurs membranes. L'écorce, relativement peu développée, est constituée par plusieurs assises d'éléments parenchymateux non recloisonnés. La région libérienne, qu'aucune assise différenciée ne sépare de l'écorce, forme un étroit anneau dans lequel on distingue de petits amas de tubes criblés et des cellules compagnes. Au-dessous de ce manchon de phloème, et partout en contact avec lui, on trouve un anneau régulier et assez épais de deutéroxylème dont les éléments sont régulièrement disposés en files radiales sans interposition de vaisseaux ou de parenchyme cellulosique. Sur la face interne de l'anneau de deutéroxylème se trouvent, séparés par de larges rayons médullaires, des plages d'endoxyle constituées par un parenchyme cellulosique à éléments plus petits que ceux de la moelle, parenchyme dans lequel sont disséminés d'assez peu nombreux vaisseaux. Enfin, dans la moelle qui est relativement très développée, sont disséminés six à huit cordons cribro-vasculaires surnuméraires, très distants de l'anneau cribro-vasculaire normal et dont quelques-uns même sont plus proches du centre de la tige que dudit anneau.

Les différents stades de l'évolution de ces cordons s'observent souvent sur une même coupe. Tout d'abord, on voit une cellule de parenchyme médullaire se recloisonner et donner naissance à une petite plage de phloème; puis apparaissent deux ou trois vaisseaux bientôt séparés du leptome par un arc cambial qui, à la façon d'un divergent amphivasal, se pro-

(1) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1424.

longe tout autour dudit leptome, formant ainsi une assise génératrice circulaire qui donnera naissance à un anneau continu de deutéroxylème encerclant complètement les éléments libériens.

Les cordons cribro-vasculaires du *Thompsonella minutiflora* diffèrent donc de ceux du *Greenovia terræ* La Perr. et de l'*Echeveria gibbiflora* D. C. : 1° parce qu'ils sont beaucoup plus distants de l'anneau cribro-vasculaire que dans ces deux Crassulacées; 2° parce qu'ils semblent ne s'unir avec cet anneau ni à leur base, ni à leur sommet; 3° parce qu'ils apparaissent très vraisemblablement plus tard que les faisceaux normaux et non pas en même temps que ceux-ci.

Le mode de formation des cordons cribro-vasculaires surnuméraires du *Thompsonella minutiflora* ressemble beaucoup à celui qu'on a si souvent observé dans la tige des *Dracoena* mais, alors que, dans cette Monocotylée, les cordons procambiaux qui donnent naissance à ces formations surnuméraires se forment aux dépens d'un tissu secondaire, ils se produisent ici au sein d'un tissu primaire. C'est pourquoi il serait intéressant de pouvoir comparer les formations médullaires du *Thompsonella minutiflora* avec celles qu'on a signalées dans la moelle de certaines Araliacées, Ombellifères, Bignoniacées et Mélastomacées.

Quoi qu'il en soit, on ne peut nier que la structure anatomique du *Thompsonella minutiflora* Britton et Rose, de même que celle du *Greenovia terræ* La Perr. et de l'*Echeveria gibbiflora* D. C.. ne se rapproche par certains points de celle des Monocotylées. La course de certains faisceaux s'effectuant non point verticalement, mais en se déplaçant vers le centre de la tige, puis vers la périphérie de celle-ci, l'accroissement du hadro-leptome s'opérant du moins partiellement par la formation de cordons cribro-vasculaires supplémentaires, le développement de ces cordons cribro-vasculaires se produisant à la façon d'un divergent amphivasal, ce sont là en effet des particularités infiniment plus fréquentes chez les Monocotylées que chez les Dicotylées. On doit d'ailleurs noter que le port de nos trois Crassulacées ressemble beaucoup, lui aussi, à celui de certaines Monocotylées. Et cependant, malgré ces particularités qui rappellent la structure normale des Monocotylées, nos trois Crassulacées ont conservé les principales caractéristiques anatomiques propres aux Dicotylées.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le* periplasmodium staminal *des Commélinacées*. Note (¹) de M. **M. Mascré**, présentée par M. Guignard.

D'après Tischler (²), l'évolution de l'assise nourricière du pollen (tapis), chez les Commélinacées, est du type plasmodial. Au moment de la dislocation du massif des cellules mères polliniques définitives, le contenu des cellules nourricières, dont les parois ont disparu, pénètre « activement » entre les cellules mères, formant un « periplasmodium » au sein duquel les grains de pollen poursuivent leur développement.

J'ai repris l'étude de cette évolution chez *Tradescantia virginica* L. et chez *Commelina cælestis* Willd. Mes observations concordent avec celles de Tischler en ce qui concerne l'évolution des noyaux, mais conduisent à une interprétation toute différente de l'ensemble des phénomènes.

La formation du tapis s'effectue suivant le processus habituel. Au début de la période synaptique, il est constitué par une rangée de cellules, pour la plupart uninucléées. Vers la fin de la période synaptique, les noyaux se divisent, sans qu'on puisse ici parler précisément de cellules binucléées, car déjà les parois cellulaires ont en grande partie disparu. On n'observe pas de fusions ultérieures de ces noyaux. Pendant toute cette période, les noyaux du tapis sont relativement volumineux, très riches en chromatine et possèdent plusieurs nucléoles.

Mais, fait que Tischler n'a pas signalé, et qui paraît avoir échappé à tous les auteurs qui ont étudié les étamines de *Tradescantia* ou de *Commelina*, de bonne heure *les cellules du tapis renferment un ou plusieurs cristaux d'oxalate de calcium* (raphides). En même temps, et c'est ainsi que disparaissent les cloisons cellulaires, *elles subissent la dégénérescence mucilagineuse*.

Observé directement, sur lame, le contenu staminal se présente sous l'aspect d'une masse mucilagineuse dans laquelle sont épars : les grains de pollen, les noyaux du tapis, et les raphides. Cette masse ne se colore par aucune des réactions des matières albuminoïdes (réactions xanthroprotéiques du biuret, de Millon), qui sont, en même temps, faiblement, mais nettement, positives pour le contenu des grains de pollen. Au contraire, elle

(¹) Séance du 7 décembre 1925.

(²) Tischler, *Die Periplasmodiumbildung in den Antheren der Commelinaceen* (*Jahrb. f. wiss. Bot.*, 55, 1915, p. 52-90).

se colore par les réactifs des mucilages ; elle se colore en particulier par le rouge de Casella, tandis que les éléments cellulaires se colorent par le vert JEEE de Poirrier, quand on applique les techniques utilisées par Mangin (1) ou par Lutz (2).

D'autre part, après fixation et coloration suivant les méthodes mitochondriales, on ne distingue, dans cette masse, aucun chondrioconte, aucun plaste, mais seulement des grains, comme dans les jeunes cellules du tapis. Certains de ces grains sont osmiophiles. D'ailleurs, il n'existe aucun produit visible d'élaboration : ni amidon, ni inclusions graisseuses. Le contenu staminal se présente donc comme une simple masse de mucilage, renfermant des grains mitochondriaux et des microsomes. Cette masse s'épaissit et se résorbe peu à peu jusqu'à disparaître entièrement lorsque l'étamine est mûre. Vers la fin de l'évolution, elle prend une coloration jaune rougeâtre avec les réactifs iodés.

L'évolution des noyaux du tapis est la suivante. Ils diminuent rapidement de volume; leur contenu, granuleux, est devenu très peu colorable par l'hématoxyline; les nucléoles deviennent très petits. Les noyaux conservent longtemps cet aspect et disparaissent finalement par une sorte de dissolution. On peut dire qu'ils n'offrent plus, depuis les premiers moments de leur migration, aucun signe d'activité; les formes amiboïdes qu'on observe parfois, et qu'on a interprétées comme un signe d'activité glandulaire, n'existent qu'au début de la migration

En résumé, il n'y a pas lieu d'admettre, chez les Commélinacées, une transformation du tapis staminal en un « periplasmodium » typique, de nature plasmatique, pénétrant d'une façon « active » entre les grains de pollen et doué d' « unité morphologique et physiologique ». Plus simplement, les cellules du tapis subissent de bonne heure la dégénérescence mucilagineuse, en même temps qu'y apparaît l'oxalate de calcium sous forme de raphides. C'est ce mucilage, répandu entre les graines de pollen, qui représente le « periplasmodium » décrit par Tischler.

---

(1) Mangin, *Étude sur les composés pectiques dans les végétaux* (*Journ. Bot.*, 5, 1891, p. 400-440, et 6, 1892, p. 211).

(2) Lutz, *Contribution à l'étude chimique et botanique des gommes* (*Thèse de Pharmacie*, Paris, 1895).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Méthode biochimique de recherche, dans les végétaux, des glucosides hydrolysables par la rhamnodiastase.* Note [1] de MM. **M. Bridel** et **C. Charaux**, présentée par M. L. Guignard.

La rhamnodiastase est le produit fermentaire extrait des graines de divers *Rhamnus* [2], dont l'action s'exerce spécialement sur certains glucosides donnant, par hydrolyse au moyen des acides minéraux étendus, plusieurs molécules de glucoses.

La rhamnodiastase n'hydrolyse que partiellement ces glucosides en ce sens que les molécules de glucoses restent combinées ensemble sous forme de glucides complexes. Comme ces glucides sont de composition variée (primevérose, rutinose, rhamninose, etc.), l'action de la rhamnodiastase est moins spécifique que celle de l'émulsine.

La rhamnodiastase peut, néanmoins, être utilisée dans une méthode biochimique de recherche de glucosides, calquée sur celle de Bourquelot à l'émulsine [3], comme le prouvent les essais effectués sur des plantes ou parties de plantes renfermant des glucosides de composition connue et que l'on sait hydrolysables par la rhamnodiastase.

Les chiffres suivants représentent les changements de déviation et les augmentations de sucre réducteur, exprimé en glucose, provoqué par la rhamnodiastase dans des liquides dont 100^{cm^3} représentaient 100^g de plantes ou parties de plantes.

	Glucoside.	Changement de déviation.	Sucre réducteur formé pour 100^{cm^3}.
Fleurs fraîches de *Robinia pseudo-Acacia* D.C.	robinoside	0°.8′	0g,126
Sommités sèches de *Melilotus altissima* Lois..	(robinine)	0.48	0,334
Feuilles sèches de *Ruta graveolens* L........	rutoside	0.18	0,476
Feuilles sèches de *Sambucus nigra* L.......	(rutine)	0.38	0,396
Grains d'Avignon (*Rhamnus infectoria*) L..	xanthorhamnoside	9.20 [4]	4,053
Baies sèches de *Rhamnus cathartica* L......	(xanthorhamnine)	1.36 [4]	0,593

[1] Séance du 21 décembre 1925.

[2] M. Bridel et C. Charaux, *Le produit fermentaire extrait des graines de divers* Rhamnus *ou Rhamniodiastase* (*Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 925).

[3] *Recherches, dans les végétaux, du sucre de canne à l'aide de l'invertine et des glucosides à l'aide de l'émulsine* (*Comptes rendus*, **133**, 1901, p. 690).

[4] Le changement de déviation a eu lieu, dans ces deux essais, vers la gauche au lieu de vers la droite, parce que le xanthorhamnoside fournit, par hydrolyse, un sucre assez fortement lévogyre, le rhamninose, de C. et G. Tanret.

Ce qui ressort nettement de l'examen de ces résultats, c'est qu'il est très possible d'instituer une méthode biochimique de recherche des glucosides hydrolysables par la rhamnodiastase.

Nous avons appliqué systématiquement cette méthode à de nombreuses plantes dans lesquelles on n'avait jamais signalé de glucosides hydrolysables par la rhamnodiastase. Nous donnons ci-dessous les résultats obtenus dans quelques-uns de ces essais choisis parmi les plus probants :

	Changement de rotation à droite.	Sucre réducteur formé pour 100cm³.
	° ′	g
Sommités sèches d'*Hypericum perforatum* L....	0.32	0,125
Fleurs fraîches d'*Ulex europæus* L.............	0.20	0,115
Écorce sèche de *Rhamnus Frangula* L.........	0.48	0,597
Écorce fraîche de *Rhamnus Alaternus* L........	1.40	0,192
Racines fraîches de *Vinca major* L..............	0.14	0,083
Poudre officinale de *Rheum officinale* H. Bn....	0.24	0,080

Ces premiers résultats font entrevoir que les glucosides hydrolysables par la rhamnodiastase pourraient être aussi abondants dans le règne végétal que les glucosides hydrolysables par l'émulsine, et l'application systématique que nous faisons, pour l'instant, de cette méthode biochimique nouvelle vient appuyer cette manière de voir.

La méthode biochimique à la rhamnodiastase, comme celle à l'émulsine, doit être le point de départ de travaux ayant pour but l'extraction de glucosides encore inconnus. Elle pourra également être utilisée dans des recherches de physiologie végétale sur les variations de la teneur des plantes en glucosides au cours de la végétation.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractères chimiques des feuilles vertes, des feuilles jaunes et des feuilles rouges.* Note de MM. **H. Colin** et **A. Grandsire**, présentée par M. Molliard.

Les feuilles de carotte se prêtent admirablement à ces recherches; à l'automne, on rencontre fréquemment, sur une même parcelle de terrain et quelquefois sur la même plante, des feuilles vertes, des feuilles étiolées et d'autres en voie de rougissement.

Les feuilles chlorotiques, comparées aux feuilles normales, renferment plus d'eau, plus de cendres et moins de sucres; nulle part l'antagonisme

entre les cendres et le sucre n'est aussi évident. La pénurie de sucre se trouve contre-balancée par la concentration en électrolytes et, dans une moindre mesure, par la prédominance du sucre réducteur sur le saccharose.

Les feuilles rouges se placent à l'opposé des précédentes; riches en sucre ([1]), du moins tant qu'elles ne commencent pas à se flétrir (séries III et IV), elles sont toujours moins généralisées que les feuilles normales.

Sucre des feuilles.

	Réducteur.			Saccharose.			Réducteur / Saccharose.		
	j.	v.	r.	j.	v.	r.	j.	v.	r.
I......	0,96	0,86	1,47	0,88	2,33	2,99	1,08	0,36	0,49
II.....	1,73	0,88	2,27	2,41	3,54	4,75	0,71	0,24	0,47
III.....	0,55	0,47	1,07	1,30	3,61	2,63	0,42	0,13	0,40
IV.....	0,60	0,48	1,20	1,13	2,91	1,98	0,53	0,16	0,60
V { l...		1,62	3,32		5,07	3,83		0,31	0,86
V { p...	1,82	1,45	2,07	2,07	2,95	3,22	0,87	0,49	0,64

Eau et cendres.

	Eau.			Cendres pour 100 du poids frais.			Cendres pour 100 du poids sec.		
	j.	v.	r.	j.	v.	r.	j.	v.	r.
III.....	78,18	74,28	71,92	5,14	3,90	3,24	23,55	15,16	11,53
IV.....	78,30	74,38	71,76	4,20	4,00	2,82	19,35	15,61	10,00
V.....	78,93	76,62	76,18	3,08	2,35	2,15	14,63	10,05	9,02

(j., v., r. = feuilles jaunes, vertes, rouges; l., p. = limbe, pétiole.)

Ces données font pressentir que la concentration moléculaire ne sera pas tellement différente d'une catégorie de feuilles à l'autre. Effectivement, nous avons trouvé, pour Δ, sur les feuilles de la série V, les valeurs suivantes (3^{g} de feuilles fraîches broyées intimement + 25^{cm^3} d'eau) :

Δ jaunes, 0,20; vertes, 0,14; rouges, 0,18.

L'abaissement du point de congélation est plus considérable pour les feuilles jaunes que pour les autres : il est prudent, dès lors, de ne pas exagérer l'importance de la pression osmotique, en tant que facteur physique, dans les phénomènes de rougissement automnal.

([1]) Bien des auteurs, Overton, Molliard, Mirande, Combes, etc. ont insisté avant nous sur la haute teneur en sucre des organes en voie de rougissement.

Les mesures de conductibilité électrique (feuilles fraîches 3^g, eau 25^{cm^3}) achèvent de mettre en évidence la richesse des feuilles jaunes en électrolytes; les nombres obtenus pour les feuilles rouges sont supérieurs à ce qu'exigerait la teneur en cendres, cela tient à l'excès d'acidité libre.

λ.... jaunes = 0,00157, vertes = 0,00110, rouges = 0,00125.

La composition des cendres varie du tout au tout suivant qu'il s'agit des feuilles vertes, des feuilles jaunes ou des rouges. L'alcalinité totale est très faible pour les feuilles rouges; le déficit porte à la fois sur la potasse (alcalinité soluble) et sur la chaux (alcalinité insoluble). Pour les feuilles jaunes, l'alcalinité est très élevée, tout en restant au-dessous de la normale; le déficit porte sur la potasse, la chaux est en quantité suffisante; nous l'avons trouvée plus abondante à l'automne dans les feuilles jaunes d'Orme et de Marronnier; par là le jaunissement automnal se distingue nettement de la chlorose congénitale ou albinisme ([1]).

Alcalinité des cendres (en cm³ $SO^4H^2 \frac{N}{10}$) pour 100 de cendres.

		Jaunes.		Vertes.		Rouges.	
V	Alcalinité soluble.....	1,08	10,7	3,32	12,4	1,74	8,9
	» insoluble...	9,60		9,10		7,20	

Les dosages directs du calcium ne laissent aucun doute sur la faible teneur des feuilles rouges en sels de chaux :

Calcium.

		Pour 100 du poids sec.	Pour 100 des cendres
III.	Jaunes.....	5,866	24,902
	Vertes......	5,194	34,256
	Rouges.....	1,769	14,814
IV.	Jaunes	6,451	33,333
	Vertes	5,323	34,100
	Rouges	2,733	27,375

Comparées aux feuilles normales, les feuilles rouges d'automne se montrent donc plus riches en sucres, plus riches en acides organiques libres, mais non en acides salifiés, moins minéralisées et partiellement décalcifiées. Les feuilles jaunes sont, par contre, pauvres en sucres, riches en eau et en sels minéraux.

([1]) H. Colin et A. Grandsire, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 133.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière sur la formation des tannins.* Note de M. **Michel-Durand**, présentée par M. Molliard.

D'après Kraus, Westermaier, Müller, la formation des tannins serait influencée par l'assimilation chlorophyllienne ; à l'obscurité ou à la lumière en l'absence de gaz carbonique, les tannins ne sont plus élaborés par les tissus verts et ces substances subissent même dans ces conditions une diminution sensible. D'autre part Büsgen, et Schell ont constaté que les tannins apparaissent dans l'obscurité à la condition que les tissus soient riches en réserves sucrées ou reçoivent des sucres.

A part les travaux de Kraus, qui ne portent d'ailleurs pas sur des organes ayant effectué tout leur développement à l'obscurité, les conclusions précédentes ont été obtenues avec la seule technique histochimique qui consiste à apprécier les variations des tannins d'après l'abondance du précipité formé dans les tissus soumis à l'action du bichromate de potassium ; elles comportent donc un certain degré d'incertitude.

Dans le but de préciser l'influence de la lumière sur l'élaboration des principes tanniques, j'ai effectué une série d'analyses sur des germinations provenant de fruits riches en tannin (glands de *Quercus pedunculata*), ou n'en renfermant que des traces (fruits du châtaignier).

Les jeunes plantes se sont développées sur sable lavé, les unes à la lumière, les autres à l'obscurité. Les organes ont été traités et les tannins dosés en suivant la technique déjà exposée dans une précédente Note [1].

Les résultats des analyses relatives au châtaignier sont résumés dans le tableau suivant :

Germinations de Châtaigniers.

(Résultats des analyses rapportées à 100g de substance sèche).

		Tannins dissous par		
		l'acétone.	l'eau.	Tannins total.
Plantes entières développées à	la lumière.	7,315	8,190	15,505
	l'obscurité.	3,616	5,882	9,438
Tigelles et racines de plantes développées à	la lumière.	5,500	6,800	12,300
	l'obscurité.	1,900	3,060	4,960
Tiges de plantes développées à	la lumière.	6,900	9,006	15,900
	l'obscurité.	6,000	8,250	14,250
Feuilles de plantes développées à	la lumière.	10,960	8,870	19,830
	l'obscurité.	6,700	16,250	22,950

[1] Michel-Durand, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 586.

1° D'une façon générale les jeunes châtaigniers développés dans l'obscurité présentent des feuilles atrophiées et réduites à des écailles; cependant quelques rares plantes ont produit des feuilles d'un jaune clair de plusieurs centimètres carrés; ces plants ont été choisis pour les analyses.

2° Les plantes analysées présentaient des cotylédons dont les réserves nutritives n'étaient pas complètement épuisées.

Le tableau précédent montre que le taux des principes tanniques est plus élevé dans les châtaigniers exposés à la lumière; les plantes d'obscurité de cette espèce en contiennent environ la moitié de ce que renferme une plante normale, et la différence porte surtout sur les tannins solubles dans l'acétone.

Si l'on considère maintenant séparément les différents organes de la plante on voit que :

1° Les organes placés au-dessous des cotylédons se comportent d'une façon générale comme la plante entière, mais la différence des organes analogues des plantes vertes et des plantes soustraites à l'action de la lumière sont encore plus accusées. Les tigelles et racines des plantes développées dans l'obscurité présentent une teneur en substances tanniques trois fois plus faible environ que les mêmes organes des plantes qui végètent à la lumière.

2° Les tiges se comportent sensiblement de la même façon à la lumière et à l'obscurité; ces dernières cependant sont un peu moins riches en tannin;

3° La proportion des tannins solubles dans l'eau est beaucoup plus élevée dans les feuilles d'obscurité; c'est l'inverse pour les tannins solubles dans l'acétone et dans l'ensemble les feuilles soustraites à l'influence de la lumière ont plus de tannin que les feuilles vertes.

Notons en passant que les tannins des cotylédons de la châtaigne sont totalement solubles dans l'acétone et qu'il paraît s'en former davantage à l'obscurité (1,3 pour 100) qu'à la lumière (1,1 pour 100).

En résumé les tannins solubles dans l'acétone sont toujours plus abondants dans les organes des végétaux exposés à la lumière et la différence en faveur de ces dernières est surtout sensible pour les organes normalement hypogés; quant aux tannins solubles dans l'eau la différence d'abord très nette dans les tigelles et racines tend vers zéro dans la tige et change de sens dans les feuilles.

Les résultats des analyses effectuées sur de jeunes chênes développés à la lumière et à l'obscurité sur sable lavé, sont analogues. Mais les différences entre les plantes de lumière et d'obscurité sont moins nettes; cela tient sans doute à la présence d'une masse importante de tannins dans les cotylédons du gland.

Les considérations précédentes nous permettent de conclure que :

1° Les plantes développées dans l'obscurité et provenant de graines ne renfermant que des traces de tannin dans leurs cotylédons, élaborent activement les principes tanniques dans tous leurs organes aériens ou souterrains. Ceux-ci peuvent représenter 14 pour 100 du poids sec dans la tige et même 23 pour 100 dans les feuilles. La condition nécessaire est que les plantes aient à leur disposition des réserves nutritives abondantes;

2° En général les plantes soustraites à l'influence de la lumière sont plus pauvres en tannin que les plantes vertes correspondantes; il convient de souligner que cette influence s'exerce surtout sur les organes souterrains; les organes aériens, la tige et surtout les feuilles accumulant les principes tanniques dans leurs tissus lorsque la lumière fait défaut;

3° Ces conclusions sont encore vérifiées lorsque les cotylédons des graines en germination présentent de grandes quantités de substances tanniques.

ZOOLOGIE. — *Sur le plancton et l'alimentation planctonique des Poissons du lac Léman.* Note [1] de MM. **Léon Bertin** et **Fernand Angel**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Nous avons commencé l'étude du plancton et de l'alimentation planctonique des poissons du lac Léman. Nous en avons jeté les bases en étudiant les Entomostracés pélagiques de 27 Stations comprises entre la côte française et une ligne passant par la pointe d'Yvoire et le delta de la Dranse [2]. Nos captures ont été effectuées du 5 août au 11 septembre, de jour et de nuit, entre la surface et 100^{m} de profondeur. La température a été prise dans chaque cas au point même de la capture.

Nos recherches ont été poursuivies dans trois voies différentes : 1° détermination des genres et des espèces d'Entomostracés; 2° étude de la répartition verticale de ces animaux; 3° examen du contenu stomacal et intestinal des Poissons.

Les Entomostracés pélagiques du lac Léman constituent une dizaine d'espèces appartenant à 7 genres :

---

(1) Séance du 21 décembre 1925.

(2) Sauf une station qui se trouve au large d'Evian et de Meillerie.

ORDRE DES PHYLLOPODES.

Genres.	
Daphnia	*D. longispina*
Sida	*S. crystallina*
Bosmina	*B. longispina*
Leptodora	*L. kindtii*
Bythotrephes	*B. longimanus*

ORDRE DES COPÉPODES.

Genres.	
Cyclops	*C. strenuus, C. leuckarti*
Diaptomus	*D. gracilis, D. laciniatus*

Après les avoir déterminés au moyen des clefs ordinaires de la systématique, nous nous sommes astreints à les reconnaître également à l'aide d'un petit nombre de caractères très objectifs, tirés des organes qui ont le plus de chance de subsister parmi les contenus stomacaux des poissons. Bien entendu, cela n'est possible qu'en raison du petit nombre des genres et des espèces étudiés. Ainsi les genres *Daphnia* et *Sida* peuvent être reconnus à coup sûr d'après leurs antennes ou leurs griffes abdominales. De même les genres *Cyclops* et *Diaptomus* se distinguent infailliblement par la structure de leur fourche caudale. Nous avons établi un tableau dichotomique et des figures permettant l'identification rapide de ces fragments ou débris d'Entomostracés.

L'étude de la répartition verticale du plancton nous a conduit aux premières conclusions suivantes :

1° Les Copépodes sont toujours plus nombreux que les Phyllopodes. Proportion des Copépodes : 67 à 96 pour 100. Phyllopodes : 4 à 33 pour 100. Mais les Copépodes sont plus petits que les Phyllopodes; ces derniers comportent des formes de grande taille comme les *Sida* et surtout les *Leptodora*.

2° Parmi les Copépodes, les *Diaptomus* sont en général plus nombreux que les *Cyclops*. *Diaptomus* : 49 à 86 pour 100 (1). *Cyclops* : 4 à 32 pour 100.

3° Au moins pendant le jour, les *Diaptomus* sont plus nombreux en surface qu'au fond. Les *Cyclops* au contraire sont plus nombreux au fond qu'en surface. Il y a balancement entre les deux formes. Si l'on compare des prises de plancton faites depuis 100 mètres jusqu'à la surface, depuis 75 mètres jusqu'à la surface, depuis 50 mètres jusqu'à la surface, et ainsi de suite, toujours dans la même station, on con-

(1) Dans une seule station, nous avons trouvé plus de *Cyclops* (51 pour 100) que de *Diaptomus* (20 pour 100). Les proportions doivent toujours s'entendre par rapport à l'ensemble des Entomostracés capturés.

state, d'une manière générale, que la proportion des *Diaptomus* augmente progressivement tandis que celle des *Cyclops* diminue.

4° Parmi les Phyllopodes, les genres *Bosmina*, *Bythotrephes* et *Leptodora* ne sont représentés que par un très petit nombre d'individus et constituent une proportion insignifiante.

Le genre *Sida*, qui est peu abondant et n'existe guère qu'en profondeur pendant le jour, devient prédominant la nuit et l'emporte alors, jusqu'en surface, sur le genre *Daphnia*. Celui-ci, par contre, est nettement le plus important pendant le jour.

Il va sans dire que les résultats ci-dessus ne concernent que le plancton pêché par nous aux mois d'août et de septembre 1925. Quelques tubes de plancton recueillis par M. Kreitmann à d'autres époques de l'année (mars à juillet, décembre) conduisent à des résultats un peu différents. Il importera donc de poursuivre nos recherches pendant plusieurs années consécutives et de les étendre aux diverses saisons et à des Stations réparties sur une plus grande région du lac. Elles pourront ainsi conduire à des résultats intéressants, en ce qui concerne l'alimentation des Poissons, pour laquelle cette étude a été entreprise.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Les cellules à urates des Acridiens Orthoptères et la genèse de ces urates.* Note de M. **Ch. Hollande**, présentée par M. Henneguy.

J'ai indiqué, en 1914, que les urates contenus dans les cellules adipeuses des Lépidoptères (*Vanessa*), au moment des métamorphoses, se formaient aux alentours des noyaux de ces cellules et ne provenaient pas du sang de l'Insecte.

Depuis, poursuivant ces recherches, j'ai étudié la genèse des urates du tissu adipeux des Orthoptères.

Chez ces derniers, les urates, contrairement aux Lépidoptères, sont situés dans le protoplasma de cellules spéciales dites cellules à urates. Ces cellules sont en relations avec les cellules adipeuses; elles ne sont pas chez les Acridiens (= Locustides Chopard) comme l'indiquent les auteurs, simplement accolées aux cellules adipeuses, mais elles les pénètrent au contraire étroitement.

Les cellules à urates des Acridiens sont grandes et leur forme est étoilée. Tout autour de leur unique noyau, se trouve une couche protoplasmique plus ou moins développée d'où partent de nombreux lobes protoplasmiques effilés, dirigés en différents sens et situés dans tous les plans; ces lobes sont

chargés de granulations uriques; tout en se subdivisant et se ramifiant, ils pénètrent à l'intérieur du tissu adipeux et s'insinuent entre les membranes adjacentes des cellules adipeuses. A l'examen des coupes transversales, il semble même que certains lobes soient aptes à pénétrer à l'intérieur du protoplasma de la cellule adipeuse, car il est parfois possible de constater leur présence non loin des noyaux des cellules adipeuses.

Une même cellule à urates, située à l'intérieur d'un lobe du tissu adipeux, peut s'irradier autour de plusieurs cellules adipeuses voisines.

De telles irradiations et pénétrations cellulaires n'avaient pas encore été signalées chez les Orthoptères; elles sont particulièrement bien visibles chez le Criquet égyptien, *Orthacanthacris ægyptia* L.

On doit rapprocher ces dispositions cellulaires de celles présentées par les cellules à urates des larves phytophages des Tenthrédinides (Hyménoptères), où les cellules à urates sont, comme l'a indiqué Henneguy, petites, arrondies et encastrées dans le protoplasma périphérique des cellules adipeuses.

Il est possible, par des méthodes appropriées, de constater qu'il existe autour de la membrane nucléaire des cellules adipeuses de très fines granulations décelables après réduction de l'azotate d'argent.

La disposition des cellules à urates, la présence dans la cellule adipeuse des fines granulations périnucléaires précitées, la non-augmentation des urates des cellules à urates après injections dans le sang de l'Insecte d'urates de soude ou d'ammoniaque, sont autant de preuves montrant que les urates des cellules à urates des Orthoptères s'élaborent, comme chez les Lépidoptères, à l'intérieur des cellules adipeuses, et ne sont pas puisés tout formés du sang de l'Insecte.

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de l'adjonction d'aliments ternaires au lait sur la grandeur de la rétention azotée au cours de la croissance.* Note (¹) de M. **Emile F. Terroine** et de Mlle **Anne-Marie Mendler**, présentée par M. Henneguy.

Au cours de recherches relatives à l'utilisation digestive du lait de Vache par des Porcelets, Terroine et Spindler remarquaient incidemment que la rétention azotée était relativement faible (50 pour 100 pour des animaux

(¹) Séance du 21 décembre 1925.

de 10^{kg} à 12^{kg}) et qu'en conséquence une telle alimentation entraînait un véritable gaspillage de l'azote protéique. Par contre, et dans des conditions expérimentales analogues, Mac Collum observe des rétentions azotées plus élevées — 66 pour 100 — lors de l'administration de lait écrémé additionné d'amidon.

On est donc amené à se poser, quant à la physiologie de la croissance, deux problèmes aussi importants au point de vue théorique qu'au point de vue pratique, à savoir :

1° La rétention azotée est-elle uniquement fonction, pour une même matière albuminoïde, de la seule quantité ingérée de cette matière ou au contraire n'est-elle pas sous la dépendance de la quantité des substances ternaires présentes dans l'alimentation. En bref, la grandeur de la rétention azotée varie-t-elle avec le rapport des aliments protéiques aux aliments ternaires?

2° Le lait, ingéré tel quel, est-il à lui seul l'aliment de choix permettant une fixation excellente de l'azote et par conséquent une grande rapidité de croissance ou au contraire sa valeur peut-elle, à cet égard, être améliorée par l'adjonction d'aliments ternaires?

A ces deux questions, les recherches de Wellmann fournissent déjà de très intéressants éléments de réponse. Toutefois, certaines manières d'opérer de cet auteur, telle par exemple la liberté d'ingestion laissée aux animaux, ne permettent pas de conclusions suffisamment précises. Nous en avons donc repris l'étude en déterminant la rétention azotée au cours de la croissance de jeunes Porcelets nourris tantôt avec du lait de Vache pur [1], tantôt avec du lait additionné en proportions variées d'aliments ternaires.

Utilisant 4 Porcelets de même portée, sensiblement de même poids au début des essais (entre 5 et 6^{kg}), recevant sous forme de lait une quantité d'azote très voisine (6 à 7^{g} par jour), nous avons comparé la rétention azotée pour le lait écrémé, le lait entier, le lait entier additionné tantôt d'une quantité importante de matières grasses sous forme de crème et tantôt de substances hydrocarbonées sous forme de farine fine de manioc.

L'alimentation comporte donc pour tous les animaux des quantités de matières protéiques (6 à 7^{g} de N) et de lactose à peu près identiques et en plus : pour le Porc n° 2, la graisse présente dans le lait entier, soit en moyenne 50^{g} par jour; pour le Porc n° 3, la somme de la graisse du lait et de celle surajoutée, soit en moyenne

---

(1) Le rapport entre matières protéiques et matières ternaires étant beaucoup plus élevé encore pour le lait de Truie que pour le lait de Vache, nos conclusions seront valables *a fortiori* pour le lait de Truie.

96g par jour; pour le Porc n° 4, la graisse du lait entier, soit 50g par jour et de la farine de manioc à raison de 100g par jour.

Les essais ont été poursuivis pendant trois semaines au cours desquelles le bilan azoté a été quotidiennement établi. Dans un Mémoire ultérieur seront réunies toutes les données expérimentales. Dès maintenant on trouvera ci-dessous les résultats, exprimant le pourcentage de l'azote fixé par rapport à l'azote absorbé (N ingéré-N des matières fécales), c'est-à-dire le coefficient de rétention, calculés en valeur moyenne pour chaque semaine. La comparaison doit porter en effet sur des périodes assez courtes, la grandeur de la rétention azotée pour une même alimentation variant nécessairement au fur et à mesure de la croissance.

	Porc n° 1 (lait écrémé).	Porc n° 2 (lait entier).	Porc n° 3 (lait entier plus matières grasses surajoutées).	Porc n° 4 (lait entier plus hydrates de carbone).
Première semaine	47,6	53,0	68,1	67,2
Deuxième semaine	33,8	41,8	66,1	63,3
Troisième semaine	13,5	26,3	52,8	62,0

Les résultats observés sont des plus démonstratifs : d'une part, quelle que soit la période considérée, la fixation de l'azote est d'autant meilleure que la proportion des aliments ternaires est plus élevée; d'autre part, la diminution de la rétention azotée au cours de l'expérience est considérable pour le lait écrémé (71 pour 100), importante pour le lait entier (50 pour 100), nettement plus faible pour le lait additionné de matières grasses (28 pour 100), à peine sensible pour le lait supplémenté par des hydrates de carbone (7 pour 100).

Nous pouvons donc répondre sans hésitation aux deux questions posées :

1° La grandeur de la rétention azotée au cours de la croissance est considérablement influencée, pour une même ingestion de protéiques, par la quantité des aliments ternaires présents dans la ration. Ceci nous amène à penser que la construction des albumines est très vraisemblablement un phénomène bien plus complexe que le simple remaniement des acides aminés résultant de la dégradation des protéiques ingérées et que les chaînes ternaires apportées par les graisses et les hydrates de carbone doivent y jouer un rôle important.

2° Le lait entier, loin d'être à lui seul l'aliment de choix pour la croissance, peut être considérablement amélioré quant à l'utilisation des matières protéiques qu'il apporte — bien entendu dans la mesure de la tolérance digestive sur laquelle nous aurons à revenir — par l'adjonction de substances ternaires.

Dans quelle mesure les substances ternaires doivent-elles être ajoutées pour déterminer la rétention azotée maximum? A égalité d'apport énergétique matières grasses et hydrocarbonées s'équivalent-elles dans ce rôle ou

au contraire les unes agissent-elles plus favorablement que les autres? Telles sont les questions qui s'imposent nécessairement à notre attention et dont l'étude fait l'objet de recherches en cours.

PHYSIOLOGIE. — *Réserves glycogéniques et glycémie artérielle (effective et protéidique) au cours du scorbut expérimental.* Note de Mme **L. Randoin** et Mlle **A. Michaux**, présentée par M. F. Henneguy.

La perte de l'appétit, la diarrhée et la maigreur extrême du Cobaye scorbutique sont des symptômes bien connus. D'après Lopez-Lomba (*Thèse*, Paris, 1923), à un certain moment, la diarrhée s'accentue parce que la traversée digestive des aliments se fait trop vite (augmentation du péristaltisme et relâchement des sphincters); il y aurait donc une véritable inanition par défaut d'utilisation digestive. Si — comme divers auteurs ont encore tendance à le croire — la mort est causée par l'inanition résultant de l'absence d'une vitamine dans le régime, les réserves glycogéniques doivent être épuisées à la fin du scorbut. Sinon, on doit en trouver à ce moment dans le foie et les muscles.

Pour résoudre cette question, nous avons dosé le glycogène dans le foie et les muscles, à différents moments de la maladie. En même temps, nous avons recherché la valeur de la glycémie artérielle (effective et protéidique). Mouriquand, Leulier et Michel (1) — qui ont étudié la glycémie effective durant le scorbut — n'ont constaté aucun trouble à ce point de vue.

Technique. — Nos expériences ont été faites au moyen du régime artificiel complet que nous avons coutume d'employer (2) (nourriture consommée par les Cobayes jusqu'à la fin *avec appétit*) et selon notre technique habituelle, c'est-à-dire *comparativement* avec trois lots d'animaux de *même sexe* (mâle), et de *poids moyen* (450 à 500^g).

A. — 26 cobayes ont reçu une nourriture naturelle.
B. — 26 cobayes ont reçu le régime artificiel complet.
C. — 30 cobayes ont reçu ce même régime, privé uniquement de vitamine C.

---

(1) G. Mouriquand, A. Leulier et P. Michel, *C. R. Soc. de Biol.*, 92, 1925, p. 271.

(2) Mme L. Randoin, *Bull. Soc. Chim. biol.*, 5, 1923, p. 806. — Mme L. Randoin et Mlle A. Michaux, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1063.

La composition centésimale du régime scorbutigène est la suivante : farine de haricots blancs, 83; levure de bière sèche, 3; graisse de beurre, 5,5; lactate de chaux, 5; chlorure de sodium, 1,5; papier filtre, 2.

Le poids de tous les animaux et celui de leurs ingesta ont été déterminés chaque jour. Nous avons divisé le temps de la maladie (un mois environ) en six périodes de cinq jours chacune. A différents moments, nous avons sacrifié 3 ou 4 cobayes pour effectuer les dosages suivants :

1° Dosage du *sucre libre* du sang artériel (*méthode de Bierry et Portier*).

2° Dosage du *sucre protéidique* du même sang (*méthode de Bierry et L. Randoin*).

3° Dosage du *glycogène du foie* (*méthode de Bierry et Gruzewska*).

4° Dosage du *glycogène des muscles* (*id.*).

Nos *résultats* représentent des moyennes (3 à 6 individus), sauf ceux qui se rapportent au glycogène des muscles. Ils sont exprimés en *grammes de glucose pour* 1000$^{cm^3}$ *de sang artériel*, et en *grammes de glycogène pour* 100^{g} *de tissu frais*.

	Sucre libre du sang pour 1000$^{cm^3}$.	Sucre protéidique du sang pour 1000$^{cm^3}$.	Glycogène hépatique pour 100^{g}.	Glycogène musculaire pour 100^{g}.
Régime naturel.				
1er au 5e jour....	1,41	1,01	5,10	0,74
6e au 10e »	1,14	1,21	1,22	
11e au 15e »	1,29		7,83	1,65
16e au 20e »	1,25	1,50	8,10	
21e au 25e »	1,13	1,14		
26e au 32e »	1,20	1,40	3,94	0,98
Moyenne.......	**1,24**	**1,25**		
Régime artificiel complet.				
1er au 5e jour....	1,23		8,26	
6e au 10e »	1,31	1,03	5,80	0,86
11e au 15e »	1,23	0,95	1,31	
16e au 20e »	1,41	0,80	3,64	1,89
21e au 25e »	1,33	1,32	4,49	
26e au 32e »	1,36	0,91	3,07	0,97
Moyenne.......	**1,31**	**1,00**		
Régime artificiel privé de facteur antiscorbutique (C).				
1er au 5e jour....	1,26	0,80	1,95	1,32
6e au 10e »	1,23		1,50	1,42
11e au 15e »	1,30	1,15	0,55	
16e au 20e »	1,00	1,77	1,66	
21e au 25e »	1,26	1,32	1,67	0,52
26e au 32e »	1,43	1,07	0,86	0,41
Moyenne.......	**1,25**	**1,22**		

Conclusions. — Au cours du scorbut, les réserves glycogéniques sont

moins abondantes que chez le Cobaye normal, mais on en trouve toujours de notables quantités, même au moment de la mort. Les accidents scorbutiques, bien spécifiques, ne peuvent en aucune manière être confondus avec les accidents dus à une sous-alimentation plus ou moins accentuée (fait secondaire, observé dans toutes les avitaminoses).

Le déséquilibre alimentaire résultant de l'absence totale de vitamine C dans la ration ne semble pas empêcher la mise en réserve du glycogène. Il ne trouble certainement pas la mise en liberté du sucre dans le sang : on note, comme avec l'emploi de régimes normaux, des teneurs en sucre libre qui oscillent entre 1^g et $1^g,50$ pour 1000^{cm^3} de sang, conclusion en accord avec celle de Mouriquand, Leulier et Michel. Quant à la glycémie protéidique, elle paraît augmenter du 16e ou 20e jour pour revenir ensuite à son taux normal. Nous ferons remarquer que le chiffre élevé obtenu ($1^g,77$) correspond précisément à la teneur la plus faible en sucre libre (1^g).

PHYSIOLOGIE. — *Du temps de latence des réactions d'équilibration aux brusques accélérations longitudinales.* Note [1] de MM. **Marcel François**, **I. Meyerson** et **Henri Piéron**, présentée par M. J.-L. Breton.

On a procédé à d'assez nombreuses recherches sur la sensibilité et la vitesse de réaction à des inclinations brusques, en rapport principalement avec l'aptitude à l'équilibration des aviateurs; on a réalisé aussi quelques déterminations sur les seuils de perception des accélérations longitudinales continues et uniformes, dans des conditions où aucune réaction n'est exigée des sujets (couchés, ou assis et immobilisés).

Mais l'étude des réactions aux accélérations dans la translation longitudinale d'un sujet debout n'a pas été expérimentalement entreprise encore. A l'occasion d'un problème pratique posé par l'utilisation d'appareils accélérateurs devant servir de quais d'accès à un trottoir roulant, nous avons dû envisager ces réactions.

Avec l'aide obligeante de M. Comandon, des vues cinématographiques ont été prises de sujets, porteurs d'une tige légère, mais rigide, attachée dans le dos, et servant d'index des inclinaisons du thorax, pendant le passage sur le trottoir accélérateur du type Bouchet; sur ce trottoir, formé

---

(1) Séance du 21 décembre 1925.

d'arbres cannelés tournants, juxtaposés, un individu debout se trouve conduit par entraînement automatique à des vitesses croissantes, puis décroissantes, d'une extrémité à l'autre, en fonction de la vitesse variable de rotation des arbres. Il y a des sections d'une certaine longueur tournant à vitesse uniforme, et suivies de sections tournant à une vitesse plus grande ou plus petite. En assurant, entre deux sections d'étendue suffisante, une différence donnée de vitesse, on réalise une accélération brusque, positive ou négative, qui entraîne, du fait de l'inertie du corps vertical, les pieds étant entraînés par les arbres tournants, un déplacement du centre de gravité en arrière ou en avant que doit corriger une réaction antagoniste.

Quel peut être l'ordre de grandeur du temps de latence de cette réaction? En ayant dans le champ cinématographique un métronome donnant deux battements à la seconde, et en mesurant sur chaque image les angles que faisait avec la verticale la tige repère, nous avons pu, avec une approximation suffisante, déterminer ces temps de latence (les films ayant été pris à la vitesse de 18 à 25 images à la seconde).

Nous avons compté les temps, d'un côté à partir du moment où le pied antérieur passait sur la coupure, de l'autre, à partir du moment où l'oscillation du centre de gravité se traduisait par une inclinaison du repère, le point de départ le plus exact étant compris entre ces deux extrêmes.

Voici les résultats numériques (à 0,04 seconde près) pour différents changements de vitesse (exprimés en kilomètres à l'heure) chez deux sujets jeunes : en I les temps comptés (en secondes) à partir du début du passage jusqu'au début (*a*) ou à la fin (*b*) de la réaction ; en II, les mêmes temps comptés à partir du début de l'oscillation passive; en III, l'inclinaison initiale; en IV, la grandeur angulaire de l'oscillation passive; en V, celle de la réaction (2 mesures étant faites pour chaque taux d'accélération).

	Sujet A. Accélérations positive.		Sujet A. Accélérations négative.		Sujet B. Accélération positive.				Sujet B. Accélération négative.			
	$+1^{\text{km}},1$ (de 5,4 à 6,5).		$-1^{\text{km}},8$ (de 5 à 3,2).		$+1^{\text{km}},7$ (5,3 à 7).		$+2^{\text{km}},4$ (4,6 à 7).		$-1^{\text{km}},2$ (6 à 4,8).		$-2^{\text{km}},4$ (6 à 3,6).	
	1°.	2°.	1°.	2°.	1°.	2°.	1°.	2°.	1°.	2°.	1°.	2°.
I. *a*....	0,48	0,47	0,68	0,50	0,32	0,60	0,54	0,47	0,64	0,64	0,73	0,78
I. *b*....	0,70	0,80	0,90	1,05	0,48	0,80	0,86	0,98	0,75	0,80	1,40	1,04
II. *a*....	0,40	0,39	0,61	0,39	0,22	0,36	0,38	0,42	0,57	0,57	0,68	0,73
II. *b*....	0,62	0,52	0,84	0,94	0,38	0,60	0,70	0,93	0,68	0,73	1,35	0,99
III (deg.).	17°	16	10	11,5	14	11	7	7,5	7,5	10	9	9
IV (»).	6°	3,5	5,5	4,5	1,75	3	3,25	4	4	2,5	9,5	10
V (»).	10	3	6		3,5	4	11	11,5	3	3,5	7	6

Pour des accélérations brusques, d'environ 30^{cm} à 66^{cm} à la seconde, il faut donc, à un sujet normal, un temps compris entre une demi-seconde et une seconde, pour que la réaction d'équilibration correctrice s'effectue complètement; la réaction commence à se manifester, l'emportant sur l'oscillation passive, au bout de 3 à 6 dixièmes de seconde.

Les réactions de redressement, après une accélération négative, se montrent plus tardives, et plus lentes. La réaction de flexion en avant, qui répond aux accélérations positives, est en effet plus naturelle. Dans le cas du sujet B, avec un ralentissement de $2^{km},4$, il y a eu deséquilibration assez prononcée, la réaction a été tardive, d'où une valeur élevée de l'oscillation passive, et incomplète, la chute n'ayant été évitée que par une avance du pied antérieur.

Dans deux cas (accélération positive de $2^{km},4$), il apparaît une esquisse passagère de réaction plus précoce, mais qui est suivie d'une reprise de l'oscillation passive (après 0,26 et 0,38 seconde, si l'on prend comme point de départ le passage du pied antérieur, 0,21 et 0,22 seconde, si l'on compte le temps à partir du début de l'oscillation passive). Ceci indique une latence plus brève du début réel de la réaction que celle qui est notée, et qui concerne le début de la *phase efficace* de la réaction.

Aussi n'est-il pas étonnant qu'à l'inverse de la loi classique, les temps constatés s'allongent quand les excitations (les taux d'accélération) grandissent : l'efficacité de la réaction en effet, apparaît plus tardivement quand le déplacement passif du centre de gravité est plus rapide, et plus difficile à vaincre.

Au point de vue pratique, c'est d'ailleurs cette latence du début de la phase efficace de la réaction, et celle de la réaction achevée qu'il est important de connaître, car elles donnent des indications sur l'intervalle qui doit séparer deux accélérations brusques pour que leurs actions de déséquilibration ne se somment pas, ou sur le taux d'une accélération uniforme compatible avec une équilibration facile.

EMBRYOGÉNIE. — *Action des extraits aqueux et salés d'œufs de l'espèce sur les spermatozoïdes de Grenouille rousse* (Rana fusca). Note [1] de M. H. **Barthélémy**, présentée par M. Henneguy.

A la suite de la fécondation et des traitements parthénogénétiques la réaction de l'œuf de Grenouille se manifeste par une contraction suivie de

(1) Séance du 21 décembre 1925.

l'expulsion de fluides empêchant la pénétration de nouveaux spermatozoïdes. Ce fait connu provoque la question suivante : L'œuf vierge ou fécondé contient-il et peut-il rejeter des substances nocives ou agglutinantes ou paralysantes pour les éléments sexuels mâles; autrement dit, le sperme de Grenouille laissé en contact plus ou moins prolongé avec des extraits ou des exsudats d'œufs ovariens ou utérins de l'espèce est-il encore apte à féconder des œufs normaux?

Avant d'aborder ce problème il faut souligner plusieurs résultats d'observation et d'expérimentation :

1° Dans l'eau distillée le sperme de Grenouille perd en moins d'une heure sa mobilité et son pouvoir fécondant;

2° L'eau ordinaire ou mieux additionnée de 1,5 à 2 pour 1000 de NaCl ou de quelques autres sels peut conserver la vitalité des éléments mâles parfois pendant 24 heures. La concentration en spermatozoïdes joue dans la durée de survie, une teneur plus élevée en sels les inhibant;

3° Le KCN est éminemment toxique pour les éléments mâles. Des spermatozoïdes séjournant 1 heure 20 minutes dans l'eau ordinaire renfermant $\frac{1}{1000000}$ de KCN sont inaptes à la fécondation d'œufs normaux. L'action paralysante du KCN est plus ou moins contrebalancée par le NaCl;

4° L'œuf mûr renferme environ 2,5 pour 100 de substances minérales et d'hydrates de C. Son $\Delta = -0°48$ correspondant à 7,55 pour 1000 de NaCl;

5° La gangue des œufs utérins avide de sels absorbe également huit fois son poids d'eau.

Protocole expérimental. — Des œufs ovariens, utérins vierges ou fécondés avec gangue, ou nus, broyés ou non séjournent, pendant 1 heure 45 minutes à 23 heures, dans de petites quantités d'eau distillée aérée ou dans une solution de NaCl à 1,5 pour 1000 dans l'eau distillée. Le liquide obtenu mélangé au sperme sert à féconder des œufs utérins normaux après des temps variant de 20 minutes à 5 heures et demie. Parfois pendant les mêmes délais les spermatozoïdes sont laissés au contact d'œufs normaux ou broyés.

Résultats expérimentaux. — A première vue les résultats semblent paradoxaux et contradictoires mais s'expliquent facilement à la lumière des observations précédentes.

A. Le pouvoir fécondant d'un sperme mélangé avec l'eau distillée laissée auparavant de 15 à 23 heures en contact d'œufs utérins à gangue, vierges

ou fécondés, entiers ou broyés, reste sensiblement le même que celui du même sperme ajouté à l'eau distillée seule.

Pour les œufs utérins vierges ou fécondés dégangués par la méthode de Bataillon, le NaCl indispensable pour le lavage des lots vierges et le KCN du dégangage étant difficiles à éliminer complètement exercent leur influence sur les spermatozoïdes. Le sperme mélangé à l'eau distillée restée plus ou moins longtemps au contact de ces œufs dégangués se comporte comme du sperme à l'eau distillée additionnée de quantités variables de NaCl ou de KCN.

L'eau distillée ajoutée à des œufs utérins dégangués, vierges ou fécondés et broyés, s'est chargée de sels et de substances organiques favorisant la vitalité des spermatozoïdes. Cette propriété activante est contrebalancée par des traces de KCN non éliminé ou par l'excédent des sels dissous.

Avec les œufs ovariens, l'eau distillée se comporte différemment suivant la durée d'action. Laissée peu de temps (1 heure par exemple) au contact des ovaires, l'eau distillée mélangée ensuite au sperme ne donne ni mieux ni moins bien que les solutions spermatiques à l'eau distillée pure. L'action prolongée de l'eau distillée altère les œufs ovariens qui libèrent des substances albumineuses et des sels mis en évidence par les réactions chimiques. De ce fait, le liquide obtenu maintient la vitalité du sperme beaucoup plus de temps que l'eau distillée seule.

L'eau, en contact court ou prolongé avec des œufs ovariens broyés, s'est également chargée de matières minérales et organiques et favorise la durée de survie d'une solution spermatique. La quantité de sels dissous joue dans ce cas.

b. Une solution de NaCl à 1,5 pour 1000 dans l'eau distillée séjournant de 2^h à 16^h avec des œufs, ovariens, ou utérins vierges ou fécondés, à gangue ou nus, entiers ou écrasés, ajoutée au sperme conserve l'activité des éléments mâles au moins autant de temps que la solution pure de NaCl à 1,5 pour 1000, sauf lorsque le KCN n'a pas été éliminé complètement. Dans le cas des œufs nus broyés, l'action des substances dissoutes se surajoute au NaCl et peut inhiber les spermatozoïdes qui reprennent leur activité au retour à l'eau.

c. Le sperme, à l'eau distillée pure ou additionnée de NaCl à 1,5 pour 1000, abandonné au contact d'œufs ovariens ou utérins à gangue, vierges ou fécondés et entiers, conserve son pouvoir fécondant sensiblement autant de temps que le même sperme laissé à l'air dans les solutions

initiales. Pour les expériences de longue durée, la gangue avide de sels semble diminuer la vie des éléments mâles en solutions salées.

d. Enfin j'ai mélangé, pendant des temps variant de 20 minutes à 4 heures, du sperme concentré avec des œufs ovariens ou utérins broyés sans additiom de liquide. L'examen microscopique ne montre pas le gonflement des spermatozoïdes. Des œufs utérins vierges normaux, imprégnés avec ce mélange, ne sont fécondés qu'au retour à l'eau, ce qui prouve que les spermatozoïdes immobilisés par la concentration du milieu ont repris leur activité par dilution du magma.

Conclusion. — Nulle part je n'ai pu déceler la présence d'une lysine ou autre substance d'origine femelle nocive pour les éléments mâles. Au contraire, sauf dans le cas où l'excédent de NaCl, de sels ou de KCN et la gangue manifestaient leur action, les extraits d'œufs étaient nettement favorables à l'activité des spermatozoïdes et à la prolongation de leur vie. Au problème posé, la réponse ne peut être que la suivante : la concentration en matières minérales et organiques du liquide périvitellin est la cause de la monospermie des œufs normaux de Grenouille rousse.

BIOLOGIE. — *Influence de la lumière et du renouvellement de l'air sur le réveil des Escargots.* Note [1] de M. **P.-H. Fischer**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

A la fin de leur sommeil hivernal, les Escargots entrent en activité sous l'influence de facteurs externes qui sont, d'après les auteurs, la chaleur et l'humidité de l'air.

Pratiquement, l'influence de l'état hygrométrique de l'air est très considérable et il suffit pour obtenir le réveil de plonger les animaux dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, entre certaines limites de température. M. R. Dubois le prouvait avec des Escargots restés dix jours dans un courant d'air sec sans se réveiller : soumis à un courant d'air humide, ils se réveillaient en peu de jours. Il était donc légitime de penser que l'humidité était nécessaire au réveil.

Or, au printemps dernier, j'ai pu obtenir le réveil des Escargots dans une atmosphère rigoureusement exempte de vapeur d'eau. D'autres facteurs physiques influent donc sur le réveil, à un moindre degré sans doute,

---

[1] Séance du 21 décembre 1925.

et leurs actions combinées expliquent les différences individuelles importantes constatées par les expérimentateurs, notamment en ce qui concerne le temps qui précède le réveil à partir du moment où les conditions ont changé.

Pour reconnaître la part qui revenait aux différents facteurs possibles, j'ai dû donner à mes expériences une grande rigueur et m'assurer toujours de lots témoins. Les résultats qui font l'objet de cette Note concernent deux facteurs dont j'ai constaté l'influence positive : la lumière et le renouvellement de l'air.

Lumière. — J'avais remarqué que les Escargots placés à la lumière se réveillaient davantage que ceux qui, toutes choses égales d'ailleurs, se trouvaient à l'obscurité, et j'ai pensé que la lumière pouvait avoir une action accélératrice sur le réveil.

Pour le vérifier, j'ai placé dans les mêmes conditions de température et d'humidité (vérifiées au thermomètre et à l'hygromètre) trois lots d'*Helix pomatia* L., respectivement à l'obscurité dans une vaste armoire (que je n'ouvrais que pour vérifier la température de l'enceinte obscure), à la pénombre et enfin à la pleine lumière. Tous ces *Helix*, provenant d'un même achat, avaient été placés antérieurement dans les mêmes conditions.

Au bout d'une vingtaine de jours d'expérience, j'avais les résultats suivants :

	Obscurité.	Pénombre.	Lumière.
Nombre d'escargots............	22	18	9
Nombre de réveils.............	1	7	8

Comme contre-épreuve, j'ai mis à la lumière trois *Helix* du lot placé antérieurement à l'obscurité. Au bout de deux jours, ils étaient tous trois réveillés, tandis que leurs témoins à l'obscurité restaient endormis.

J'en conclus que la lumière, toutes choses égales d'ailleurs, *a une influence accélératrice sur le réveil* des Escargots.

Renouvellement de l'air. — Pour éliminer plus complètement l'influence de l'humidité, il m'a fallu recourir à un courant d'air sec, seul capable de chasser rapidement la vapeur d'eau provenant de la déshydratation même des animaux en expérience; mais ce faisant, j'introduisais un nouveau facteur, le renouvellement de l'air.

Dans des recherches différentes (sur la germination des graines, notamment), l'influence positive du renouvellement de l'air avait été mise en évidence. Il était donc légitime de chercher si l'on ne devait pas l'étendre au réveil des Escargots.

Pour m'en assurer, j'ai placé les animaux dans une cloche traversée, grâce à l'aspiration d'une trompe à eau, par un couraut d'air ayant barboté dans l'acide sulfurique pur. Une coupelle de chlorure de calcium placée dans la cloche achevait d'assurer la dessiccation de l'air, nécessaire pour éliminer l'influence du facteur humidité. Les dessiccateurs étaient renouvelés aussi souvent qu'il était nécessaire.

Résultats des expériences : deux *Helix* provenant d'un lot à l'obscurité ont été placés à la lumière et soumis au courant d'air sec de la cloche. La température étant restée constante (18°), les réveils éventuels seront dus à l'action combinée du renouvellement de l'air et de la lumière. Ces deux *Helix* se sont réveillés respectivement au bout de 2 heures 10 minutes et 2 heures 20 minutes. Trois autres *Helix*, dans les mêmes conditions, se sont réveillés au bout de 1 heure 30 minutes, 2 heures 30 minutes et 2 heures 55 minutes. Dans les deux expériences, les témoins sont restés endormis. On voit que le temps nécessaire au réveil sous l'influence de ces deux facteurs est beaucoup moindre que sous l'influence seule de la lumière.

Pour éliminer l'influence de la lumière, j'ai fait deux autres expériences : tout d'abord, j'ai soumis à un courant d'air sec des Escargots préalablement exposés pendant un mois à la lumière naturelle (et endormis bien entendu). Au bout de 18 heures, deux individus sur trois étaient réveillés, tandis que les témoins restaient endormis.

Enfin, ayant entouré complètement de papier noir la cloche et ses tubulures, pour éliminer entièrement l'influence de la lumière, j'ai mis dans la cloche trois *Helix*, dont un seul s'est réveillé au bout de 15 heures sous l'influence du courant d'air sec, seul facteur en cause.

Quatre faits sont donc acquis par mes expériences :

1° L'humidité de l'air n'est pas une condition nécessaire au réveil.

2° La lumière accélère le réveil dans de grandes proportions.

3° Le réveil par la combinaison des facteurs lumière et renouvellement de l'air s'obtient plus rapidement que par la lumière seule.

4° Le renouvellement de l'air, en dehors des autres facteurs, est capable de provoquer le réveil.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés physico-chimiques de certains constituants du sérum.* Note [1] de MM. **F. Vlès** et **A. de Coulon**, présentée par M. F. Henneguy.

Dans une série de publications antérieures [2], nous avions montré que des points isoélectriques des substances musculaires de la Souris sont capables d'être perturbés d'une façon très sensible par la répercussion de modifications physiologiques ou pathologiques diverses que l'on impose à l'organisme. A la suite de considérations sur lesquelles nous ne pouvons pas revenir ici, nous avions été amenés à supposer que des phénomènes équivalents devaient exister dans le plasma ou le sérum sanguin. Nous avons tenté de mettre ces phénomènes en évidence, en examinant environ 200 sérums humains, normaux ou pathologiques.

Technique. — La technique employée précédemment pour la purée musculaire a été modifiée comme suit : 7^{cm^3} environ de sang, obtenus par ponction veineuse, sont mis à se coaguler en glacière; le sérum décanté est centrifugé pour éliminer les résidus éventuels d'hématies; puis il est dilué à 4 pour 100 dans des solutions de pH échelonnés entre 5 et 12 (NaCl 9 pour 1000, HCl, NaOH; le pH réajusté pour corriger l'effet tampon du sérum), et soumis à cataphorèse pendant 15 minutes (dans le dispositif précédemment décrit, gradient de potentiel 1 volt/cm environ, 4 à 5 milliampères). Les liquides des ampoules terminales des tubes à cataphorèse sont repris, traités par l'alcool-acétone (mélange 1:1); après 24 heures on distingue, comme pour le muscle, deux catégories de produits figurés : les *flocons* à bords estompés, légers et bleuâtres qui, par agitation, se dispersent en une pseudo-solution opalescente diffusant une lumière *bleue* caractéristique, fortement polarisée; et les *précipités* pulvérulents moins importants, suspensions à lumière diffractée grisâtre peu polarisée. Comme pour le muscle, on s'est principalement attaché à l'étude des *flocons*.

Résultats. — Les premiers résultats obtenus par l'application des techniques précédentes conduisent, en première approximation, aux observations suivantes :

Dans les limites des pH utilisés (5-12), le sérum humain normal ou pathologique a présenté (pour les flocons), deux points isoélectriques plus ou moins bien différenciés : α compris entre 5,5 et 6,5, et γ voisin de 11-12; deux autres points en dehors des limites ont été décelés par leur voisi-

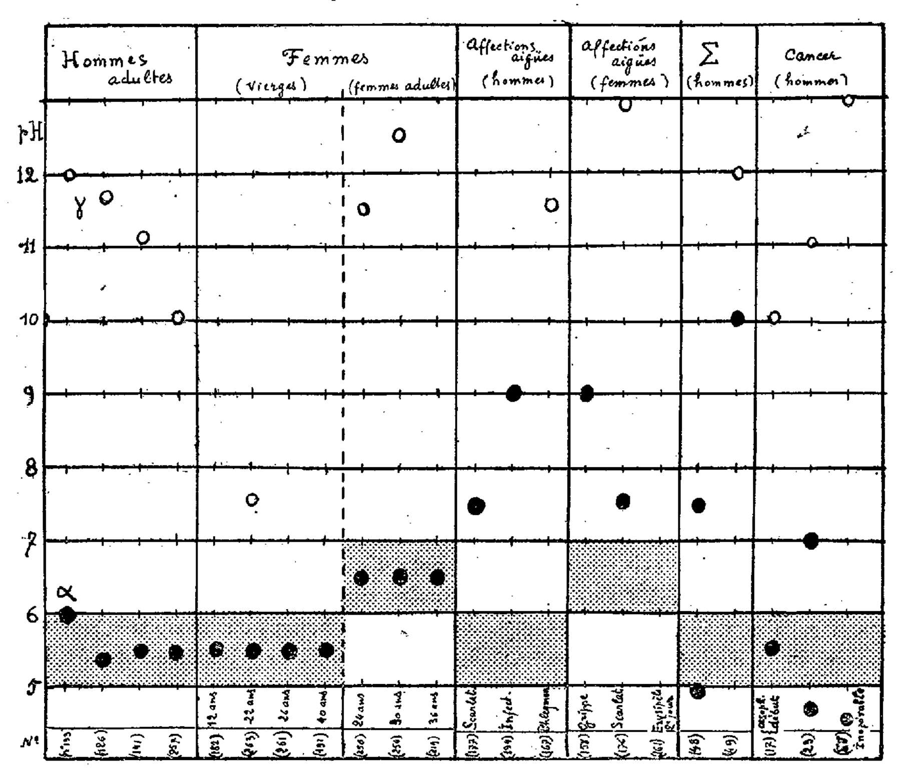
---

(1) Séance du 21 décembre 1925.

(2) Vlès et de Coulon, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 182; *Arch. Phys. biol.*, 4, f. 1, 1924, p. 43-85; *Comptes rendus*, 161, 1925, p. 145.

nage ($\beta < 5$; $\delta > 12$). Ces divers points peuvent ne pas être tous représentés en même temps dans un échantillon.

1° *Sérums normaux.* — Chez les *hommes normaux adultes*, le point α très stable est constant au voisinage de 5,5; le point γ toujours présent oscille entre 9 et 12. Par contre, les *femmes normales* ont présenté des inégalités



Exemples de répartition des points isoélectriques α et γ du sérum dans divers cas normaux ou pathologiques. Ordonnées : pH; abscisses : expériences successives : hommes adultes, femmes adultes; infections aiguës (hommes : scarlatine, infection traumatique, phlegmon; femmes : grippe, scarlatine, érysipèle 2me jour); syphilis hommes; cancers hommes. Trois cas n'ont pas le point α. En *gris*, zone normale du point α.

suivant leur état génital; autant qu'on peut en juger par les mesures actuelles, et sous réserve de généralisation, des filles vierges montreraient un point α très stable vers 5,5 (comme les hommes), des femmes adultes, non enceintes, ayant un point α déplacé vers 6,5; dans les deux cas, le point γ a été très rarement représenté. Dans les *femmes enceintes* le point α est instable et subit au cours de la grossesse des oscillations irrégulières à grande amplitude (5,5-7,5); γ est toujours présent, très bas,

et oscille comme α; ces oscillations paraissent cesser au moment du terme.

2° *Sérums pathologiques.* — Dans les sérums pathologiques très divers examinés (environ 130 cas), *le point α a présenté le plus souvent* (72 *pour* 100) *un déplacement le faisant sortir hors de sa zone normale*, et quelquefois même disparaître complètement. Autant qu'on peut en juger jusqu'à présent, la répartition en fréquence des déplacements serait inégale dans les diverses affections; c'est ainsi que l'élévation de α au-dessus de la zone normale a paru constante (100 pour 100) dans des infections aiguës en cours d'état; très fréquente dans certaines syphilis (hommes 93 pour 100), moins accentuée par exemple dans la tuberculose ou le cancer (environ 60 pour 100); une absence complète de point isoélectrique entre pH 4 et pH 12 a accompagné un certain nombre de cas graves (cancers, tuberculose, etc.).

3. *Relations possibles avec les réactions de floculation du sérum.* — Les déplacements pathologiques des points isoélectriques du sérum ont un intérêt en ce qu'ils pourraient vraisemblablement permettre d'étayer une interprétation des réponses fournies par les réactions usuelles de floculation des sérums. Le déplacement du point isoélectrique correspond évidemment à un décalage de toute la *bande de floculation* dans l'échelle des pH.

Or on sait que les réactions sérologiques usuelles dont le mécanisme est fondé sur une floculation se ramènent à trois types, l'un dans lequel on produit principalement une variation de pH qui conduit à des résultats différents dans le sérum normal ou le sérum pathologique (Bruck, Mac Donagh); une seconde qui, dans un pH à peu près constant, introduit des doses variables d'un colloïde formant complexe avec les éléments du sérum (Wassermann, Meinicke, Sachs-Georgyi, Vernes, etc.); une troisième qui, à pH à peu près constant, réalise une variation de la quantité d'électrolytes (Klausner). Dans les trois cas et par les trois procédés on cherche en réalité à ramener dans le pH de la solution expérimentale, le bord de la bande de floculation d'un élément du sérum.

Il est évident que les résultats seront différents si cette bande est déplacée ou non dans l'échelle des pH.

PROTISTOLOGIE. — *Sur la structure de la spore de* Pleistophora periplanetæ. Note (¹) de M. **Jivoin Georgévitch**, présentée par M. F. Mesnil.

Dans les tubes de Malpighi de la Blatte, vit un Sporozoaire, *Pleistophora periplanetæ* Lutz et Splendore, dont la vraie nature et la position systématique ne sont pas encore bien éclaircies.

(¹) Séance du 21 décembre 1925.

Les anciens auteurs qui s'en sont occupés (Schaudinn, 1902; Lutz et Splendore, 1903; Perrin, 1906) considèrent ce parasite comme une Microsporidie (*Nosema* ou *Pleistophora*). Les auteurs plus récents, comme Crawley (1905), Epstein (1911), Swarczewski (1914), n'admettent pas sa nature microsporidienne et le rapprochent du groupe des *Haplosporidies* de Caullery et Mesnil, à cause du manque de capsule polaire. Swarczewsky l'identifie à *Cœlosporidium blattellæ* de Crawley. Ces vues, adoptées par Doflein (1916) et Hartmann (1923), dans leurs Traités de Protistologie, paraissent jouir de l'approbation générale. Je crois utile, toutefois, d'attirer l'attention sur des résultats auxquels je suis arrivé en étudiant ce même parasite de la Blatte orientale de Belgrade. Dans cette Note, je voudrais discuter sa position systématique en me basant sur la description de sa spore. On sait, du reste, que le système des Sporozoaires est basé sur les caractères de la spore.

Les spores mûres, ovoïdes, de $6^{\mu},5$-7 de longueur sur $3^{\mu},5$ de largeur, ont une paroi à deux valves avec une ligne de suture décrivant ordinairement une courbe autour du grand axe de la spore. La plus grande partie de la spore, presque ses deux tiers, se colore intensément par l'hématoxyline ferrique, et à son bout libre, qui se présente comme une vacuole claire, laisse échapper un filament aboutissant à un grain plus ou moins gros. Au bout opposé, cette partie colorée de la spore coiffe une zone très claire, laquelle, à première vue, simule une vacuole, de taille plus grande que la vacuole antérieure. Soumises à un examen plus approfondi et avec les grossissements les plus puissants, les spores, convenablement fixées et colorées, laissent nettement voir que leur contenu n'est pas vacuolaire. Dans la prétendue grande vacuole, on voit alors deux grains. La plupart de nos devanciers croient à la réalité de ces deux vacuoles et, quant à la partie fortement colorée, ils la considèrent comme un noyau sporal, inclus dans le sporoplasme avec deux vacuoles à ses deux bouts. Pour la plupart des auteurs, il n'existe ni capsule polaire, ni filament inclus dans cette capsule ou libre dans la vacuole.

Cependant, nous trouvons fréquemment des spores à filament bien dévaginé, se présentant de la même manière que chez toutes les Cnidosporidies. Il y a donc une capsule polaire représentée précisément par cette partie fortement colorée de la spore. Cette capsule polaire a la structure de la capsule polaire normale, avec un filament enroulé et qui peut atteindre jusqu'à 150^{μ} de longueur. A l'état de repos, ce filament ne remplit pas la vésicule, de sorte que la partie extérieure, juste au-dessous du grain chromatique, est bien vide et c'est cette partie vide que l'on a considérée comme

une vacuole antérieure. De ce grain chromatique, part un court filament qui se perd daus la partie fortement colorée de la capsule (filament enroulé). Le filament dévaginé porte à sa base, un peu plus large que le reste du filament, un grain basal (grain chromatique du pôle antérieur de la spore).

C'est cette capsule polaire qui coiffe le sporoplasme; elle se décolore facilement et on y trouve inclus deux petits noyaux de gamètes. Toutes les spores qui, par transformation directe, proviennent d'un sporoblaste, ont six noyaux, à savoir : les deux noyaux générateurs, les deux valvaires, un capsulogène et un végétatif. Les cinq premiers noyaux gardent leur forme ou leur trace longtemps après la formation de la spore; le noyau végétatif disparaît de bonne heure, le plus souvent sans laisser aucune trace, et c'est pourquoi il a été méconnu.

Dans les spores mûres, les noyaux valvaires se fragmentent d'abord en deux morceaux avant de disparaître. Ce sont ces grains chromatiques, ordinairement situés au milieu de la spore, qui ont été pris pour quatre noyaux du sporoplasme annulaire de la spore microsporidienne et qui entoure l'unique capsule comme un manchon (Stempell, 1904; Mercier, 1908).

Cette description de la spore cadre bien avec les faits que Léger et Hesse (1916) et Georgévitch (1917) ont annoncés pour les spores de *Pleistophora macrospora* et *Glugea marionis*, mais que les auteurs les plus récents ont ignorés. De plus, Léger et Hesse croient à l'identité de la structure des spores des autres genres tels que *Thelohania*, *Nosema*, etc., qui sont sans aucun doute de vraies Microsporidies pour lesquelles Stempell et Mercier décrivent un sporoplasme annulaire avec une capsule polaire, tandis que Schuberg (1910) et Ohmori (1912) donnent une autre description et nient l'existence de la capsule.

De tout ce qui précède, il résulte que le prétendu *Cœlosporidium periplanetæ*, rangé par les auteurs cités parmi les Cœlosporidies et les Haplosporidies (deux groupes dépourvus de cnidoblastes et de toute autre différenciation interne de la spore, excepté un seul noyau), représente, par l'existence d'une capsule énorme, d'un long filament et d'un sporoplasme à deux noyaux, une vraie Cnidosporidie. Par l'aspect de la spore et sa constitution, ce parasite est très proche des Microsporidies, que des auteurs, tels que Hartmann (1923), croient être dépourvues de capsules et de noyaux valvaires. C'est pourquoi Hartmann a créé une sous-classe nouvelle des *Acnidosporidia* avec ordres des *Sarcosporidia* et des *Haplosporidia*. Nous croyons maintenant que la sous-classe des Acnidosporidies ainsi conçue n'est pas homogène et nécessite une nouvelle révision. Mais

déjà il faut tirer *Cœlosporidium periplanetæ* de l'ordre des Haplosporidies et le ranger sous son ancien nom de *Pleistophora periplanetæ* parmi les Microsporidies vivant librement dans les cavités. Dans un travail ultérieur, je crois pouvoir montrer que de pareils parasites n'ont pas un stade intracellulaire à l'opposé du reste des Microsporidies, avec lesquelles ils partagent l'identité de constitution de la spore et de marche générale de l'évolution. Peut-être a-t-on le droit de sortir ces êtres de l'ordre des Microsporidies et de créer pour eux un ordre spécial intermédiaire entre les Myxo- et les Microsporidies.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Hématolyse et hématopoïèse à la très haute altitude et dans l'air expérimentalement raréfié.* Note [1] de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. A. Desgrez.

La respiration dans l'air raréfié, soit à très haute altitude, soit sous cloche de décompression, soumet le sang à deux influences nocives : 1° carence d'oxygène par hypotension de ce gaz dans le mélange-air; 2° stagnation circulatoire par *freinage pulmonaire*, comme je l'ai montré [2]. Il en résulte un état asphyxique complexe à la faveur duquel la masse sanguine se surcharge d'autolysats tissulaires. C'est ainsi que se trouve constitué le syndrome Mal des altitudes en ses deux formes que j'ai différenciées : forme asphyxique et forme toxique [3].

Mais, et ce sera l'objet de la présente Note, le trouble organique causé par la décompression se manifeste aussi par des lésions érythrocytiques qu'on n'a pas encore signalées dans le sang des animaux décomprimés. Elles sont cependant constantes, mais susceptibles de passer inaperçues si l'on observe à trop faible altitude ou en un espace de temps trop limité. Ces lésions hématiques, je les avais aperçues dès 1904 au Sommet du mont Blanc (Observatoire Janssen, 4810^m) en numérant mes globules et ceux de deux compagnons d'ascension [4], mais je les avais attribuées au froid (—12), qui congelait mes préparations. Je les revis à l'Observatoire italien du mont Rose (*Capanna Margherita*, 4560^m) en 1906 et, ensuite, à l'Observatoire Vallot (4370^m). Je les ai enfin reproduites dans toute leur

(1) Séance du 21 décembre 1925.
(2) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1701.
(3) *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 1388.
(4) *Comptes rendus*, **141**, 1905, p. 134.

ampleur en étudiant le sang d'animaux fortement et méthodiquement décomprimés sous cloche, en température modérée (+ 16° en moyenne), au Laboratoire de Chamonix, en 1923, 1924 et 1925. J'en ai alors compris la signification.

Le sang des animaux décomprimés renferme des hématies anormales de plusieurs formes, et dont le pourcentage varie selon les décompressions : 1° hématies portant une ou plusieurs sphérules en forme de perles; 2° hématies plissées, à membrane plus ou moins vide; 3° hématies crénelées ou sphéro-épineuses. Ce sont là des déformations qu'on a signalées dans les asphyxies, la stagnation, certaines anémies et dans les états hémolytiques. On considère les hématies *perlées*, *crénelées* ou *sphéro-épineuses*, comme œdématiées ou hypertendues; les *plissées*, comme déshydratées et hypotendues. Donc, toutes ont été lésées. Leur pourcentage traduit l'intensité du dommage. Sur les sujets normaux, à basse altitude, le sang n'en contient pas. A Chamonix (677^{mm} Hg) sur des animaux venus de la plaine, je n'en ai jamais trouvé plus de 2 pour 100 (sang du cœur). Sur des lapins et cobayes restés 7 jours à Tête Rousse (3100^{m}), en septembre 1925, j'en ai vu jusqu'à 8,5 pour 100. A l'Observatoire Vallot, en crise de mal de montagne, 21,3 pour 100. Enfin, après des décompressions donnant de 7500 à 10000^{m}, j'en ai compté de 28 à 57 pour 100. Dans les dépressions moyennes, les hématies perlées sont les plus nombreuses; c'est le contraire dans les grandes raréfactions. Si l'on fait barboter de l'oxygène dans le sang d'un animal décomprimé, une seconde numération montre que les perlées et les crénelées sont devenues moins abondantes : elles se sont déshydratées. Le nombre des plissées a peu ou pas varié, elles sont mortes. Dans les coupes de poumons, au milieu d'hématies normales, je n'ai trouvé que des plissées. Le sang artériel ne contient pas d'hématies lésées, sauf chez les animaux très asphyxiques. Donc le poumon revivifie les hématies œdématiées ou hypertendues, et digère les débris des autres. Ce double travail peut devenir si excessif que le poumon ne puisse y suffire, c'est alors le *shock toxique* avec hypothermie, chute du pouls et, parfois, la mort.

Aux altitudes de cure (vers 1000^{m}) il est rare qu'à l'arrivée on n'éprouve pas quelques troubles : insomnie, palpitations, migraine, anorexie, etc. Ce sont là des *doses homéopathiques de Mal de montagne*; mais, en général, l'acclimatation ne tarde pas. Dans les Observatoires de 4000 à 5000^{m} elle n'est jamais parfaite : l'anhélation et l'insomnie y persistent; l'hémolyse également. Les troubles disparaissent à la descente mais l'hémolyse peut durer un certain temps.

A la descente de la haute altitude, ou après décompression, le sang est en hyperglobulie : certains auteurs la nient, d'autres la reconnaissent. Le fait est qu'elle indique seulement l'état de concentration; pour avoir *l'actif de la monnaie respiratoire* que sont les érythrocytes, il faut en retrancher *le passif*, c'est-à-dire les globules lésés. On constate alors que l'hyperglobulie n'est qu'apparente puisqu'un certain nombre d'hématies sont sans valeur. Même parfois le nombre des hématies saines est inférieur à la normale.

En tout cas, le sang, spolié par l'hémolyse, se trouve *en état véritable d'anémie*. Il n'a plus son compte normal d'hématies et il doit le récupérer. Il le récupère en faisant de l'Hématopoièse *comme il le ferait après une saignée*. Or, d'après ce que j'ai vu, nulle hématopoièse ne commence avant que l'hémolyse se soit atténuée. C'est alors seulement que le sang montre des indices d'hématopoièse : anisocytose, poïkilocytose, globules granuleux. Cet état persiste à la descente, mais ne dure pas. En voici un exemple récent et probant :

M. D..., 4 jours à l'Observatoire Vallot, en août-septembre 1925. Bon état général, sauf insomnie et, le 2e jour, indisposition passagère. Travail d'observatoire au grand air.

Hématies au retour.	10e heure.	3e jour après descente
Total par millimètre cube...	6 962 000	5 275 000
Hématies perlées..........	543 000 = 7,8 p. 100	Néant.
» plissées..........	111 300 = 1,6 »	id.
» granuleuses.......	125 300 = 1,8 »	id.

Conclusions. — 1° La respiration en air raréfié détermine une hémolyse toxique dont le résultat clinique est le Mal de montagne, et le résultat biologique, une véritable *anémie érythrocytique*.

2° C'est cette anémie qui provoque l'hématopoièse, comme le ferait une saignée.

Corollaire. — On conçoit que l'altitude moyenne (altitude de cure), puisse épurer le sang en détruisant les globules rouges fragiles ou malades, et en les remplaçant par des globules jeunes et sains.

MÉDECINE. — *Accidents électriques et respiration artificielle.* Note de M. **Stefan Jellinek**, présentée par M. d'Arsonval.

Un point de grande importance pour le médecin est la *mort apparente* de l'électrocuté. Les autopsies montrent que les organes indispensables à la vie (cerveau, cœur, etc.) n'ont subi aucune altération anatomique susceptible d'occasionner la mort; au contraire, les autopsies enseignent que tous les essais faits pour rappeler la victime à la vie ont grande chance de réussite; au point de vue de cette argumentation on doit en outre observer que telle victime ayant été rappelée à la vie ne montre aucun symptôme pouvant faire supposer qu'un *foyer morbide* existe dans les organes centraux même si les électrocutés n'ont donné aucun signe de vie pendant des heures, la *restitutio ad integrum* est complète. *Les grands troubles capables de menacer la vie sont surtout fonctionnels;* ce qui plaide en faveur de cette opinion est le fait que la mort électrique, en effet *la mort apparente*, se montre sous quatre aspects différents :

1. *Mort instantanée* (exitus momentaneus) : L'électrocuté tombe foudroyé en une fraction de seconde.
2. *Mort retardée* (exitus retardatus) : mourir dure secondes ou minutes, pendant lesquelles la victime peut crier au secours.
3. *Mort interrompue* (exitus interruptus) : permettant à la victime de se relever, voir même de parler, puis elle retombe sans connaissance comme morte.
4. *Mort prolongée* (exitus dilatus) : la victime légèrement ou gravement atteinte, meurt subitement quelques jours ou semaines plus tard.

Toutes les observations, faites soit sur les cadavres, soit sur les blessés dans les hôpitaux, ont prouvé que la mort par l'électricité n'est qu'une mort apparente et que, comme notre maître D'Arsonval l'a déjà conseillé en 1885, « un homme électrocuté doit être traité comme un noyé ». Dans la brochure que j'ai publiée [*Der elektrische Unfall* (*L'Accident électrique*), Verlag Deuticke, Wien 1925], je cite des cas où les électrocutés, ayant été considérés comme morts, ont pu être rappelés à la vie grâce à la respiration artificielle. La grande valeur de la respiration artificielle est trop peu connue, même dans le monde médical. A cette occasion je veux faire remarquer que j'ai pu démontrer sur des cadavres que par la respiration artificielle, non seulement la ventilation de la poitrine, mais aussi la pression du sang dans les vaisseaux, ont été influencées : le manomètre différentiel introduit dans les artères et les veines fémorales nous montre que, dans les

artères, la pression avait augmenté, tandis qu'elle avait diminué dans les veines.

Une autre preuve se rapportant à la question de la mort apparente est l'expérience suivante que j'ai faite : une chienne pleine, à un degré très avancé, a été tuée par un courant continu (100 volts); un quart d'heure après j'ai enlevé trois petits, que j'ai pu conserver à la vie pendant une semaine (ils ont crevé par suite d'entérite et d'une pneumonie); la viabilité de ces petits nés un quart d'heure après la mort de la mère, prouve que le choc électrique n'a pas amené immédiatement la mort, mais que les organes de la chienne sont restés un certain temps viables ou au moins dans un *état nécrobiotique*. Cette expérience offre non seulement un intérêt théorique, se rapportant au problème de la mort causée par l'électricité, mais doit être aussi d'une importance pour la pratique : jusqu'à maintenant quand une femme enceinte était foudroyée, on la considérait comme perdue et l'on faisait l'opération césarienne pour sauver tout au moins l'enfant; notre expérience répétée sur d'autres animaux nous enseigne que, au lieu de faire une telle opération presque toujours sans résultat, il est préférable d'essayer de rappeler la mère, et par suite l'enfant, à la vie par la respiration artificielle.

Si les premiers secours ne donnent pas toujours un résultat satisfaisant, a cause en est la suivante : les mouvements exécutés ne sont pas faits conformément aux règles d'une bonne technique. L'autre faute vient de ce que la respiration artificielle est commencée en général *trop tard* et est de trop *courte durée*; on règle la durée d'après la montre, au lieu de chercher à constater les taches livides; seulement si celles-ci sont visibles, on peut affirmer que la victime est morte.

La tristesse de cet état de choses (d'un côté les électrocutés abandonnés comme morts, de l'autre côté les blessés opérés à tort et rendus infirmes) peut être combattue seulement de la façon suivante :

1. Par la création de *stations électropathologiques* dans les hôpitaux de l'Université ou de la ville, principalement dans le voisinage des grands centres industriels, autant pour le traitement des malades selon les règles de la science, que pour l'instruction des médecins et aussi pour l'instruction des ingénieurs.
2. Par l'*organisation d'un nouveau service de secours* dans les usines et établissements électriques, comprenant une équipe d'hommes (désignés pour les premiers secours) et *munis d'outils nouveaux*.

Il serait aussi nécessaire que la jeunesse apprenne déjà à l'école primaire les dangers de l'électricité et les moyens de les éviter. Il serait aussi néces-

saire que tout jeune homme voulant devenir électricien soit examiné par un médecin expert, parce que certaines constitutions succombent très facilement au choc électrique.

Au Congrès international des accidents (Amsterdam, septembre 1925), j'ai proposé la création d'une commission internationale pour combattre les dangers d'électricité. J'ai proposé de nommer M. d'Arsonval, président de cette commission internationale. Cette double proposition a été votée à l'unanimité par les membres du Congrès.

Remarques au sujet des Communications de M. Jellinek, par M. **d'Arsonval**.

Les Communications de M. Jellinek sur les accidents électriques, résultat de 15 ans d'observation, confirment en tous points les expériences que j'ai publiées, voilà tantôt 40 ans, dans les *Comptes rendus*, sur le même sujet (1).

J'ai pu les résumer ainsi dans ma Note du 4 avril 1887 : j'ai montré que l'électricité provoque la mort de deux façons très différentes :

1° *Par lésion ou destruction des tissus* (effets disruptifs et électrolytiques de la décharge), *effets directs*.

2° *Par action réflexe ou indirecte* en agissant sur les centres nerveux dont l'irritation entraîne l'infinie variété d'effets si bien étudiés par Brown-Séquard, sous les noms d'*Inhibition* et *Dynamogénie* (arrêt de la respiration, arrêt du cœur, arrêt ou exagération des échanges, etc.).

Cette distinction a une valeur pratique en ce sens que, dans le premier cas, la mort est définitive tandis que, dans le second, l'expérimentation m'a prouvé qu'on peut le plus souvent ramener le foudroyé à la vie en pratiquant la respiration artificielle immédiatement; d'où ma formule devenue classique : *Un foudroyé doit être traité comme un noyé*.

Ces conclusions tirées de mes expériences sur les animaux sont valables pour l'homme. Je l'ai montré dans ma Note du 21 mai 1894 rapportant (2) l'accident de Saint-Denis d'après la relation qui m'en fut faite par les électriciens Picou et Maurice Leblanc, notre regretté confrère, sauveteurs de l'électrocuté en appliquant ma méthode. La longue pratique de M. Jellinek en est une confirmation définitive.

La destruction des tissus par le courant est *aseptique*, leur élimination se

(1) Voir *Comptes rendus*, **100**, 1885, p. 239 et 733; **104**, 1887, p. 978, et *Société des Électriciens*, **9**, 1892, p. 156.

(2) Voir *Comptes rendus*, **118**, 1894, p. 1139.

fait *spontanément* (1) comme je l'avais vu pour les courants de haute fréquence. M. Jellinek, en condamnant toute intervention chirurgicale, rend un grand service aux électrocutés pour les raisons consignées dans sa Note.

Il est non moins essentiel, comme le recommande ce savant, d'agir le plus rapidement possible et d'employer une bonne technique pour pratiquer la respiration artificielle.

La méthode la plus pratique est celle de Schaefer, plus simple que le procédé Sylvester, et bien supérieur à celui de Laborde. On y joindra, quand on le pourra, les inhalations d'oxygène préconisées par Legendre et Nicloux.

Si mes expériences sur les animaux ont presque toujours réussi, c'est parce que j'employais les procédés mécaniques utilisés par les physiologistes pour la respiration artificielle.

Depuis on a imaginé des procédés de cet ordre applicables à l'homme, mais qu'on n'a pas toujours sous la main alors qu'il est nécessaire d'aller vite.

Il est non moins important de retenir les suggestions de M. Jellinek pour l'éducation des médecins, des électriciens et du public en matière d'accidents électriques.

Une Commission interministérielle est actuellement réunie, sous ma présidence, au Ministère des Travaux publics pour s'occuper de ces graves et multiples questions.

La séance est levée à $15^h 30^m$.

A. Lx.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 133, 1901, p. 1297.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE DÉCEMBRE 1925.

La lumière et les radiations invisibles, par A. BOUTARIC. Paris, Ernest Flammarion, 1925; 1 vol. 19cm. (Présenté par M. Daniel Berthelot.)

Leçons de cinématique, par RAOUL BRICARD. Tome I : *Cinématique théorique*. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926; vol. 25cm,5. (Présenté par M. d'Ocagne.)

Charles Henry et l'idéalisme scientifique, par ROBERT MIRABAUD. Paris, Fischbacher, 1926; 1 vol. 17cm.

Cours de Botanique à l'usage des Universités, des Écoles de médecine et de pharmacie et des Écoles d'agriculture, par GASTON BONNIER et LECLERC DU SABLON. Fasc. V (2e Partie), fasc. VI (1re et 2e Parties). Paris, Librairie générale de l'enseignement, s. d.; 3 fasc. 23cm. (Présenté par M. Costantin.)

Correspondance de Charles Gerhardt. Tome II : *Gerhardt et les savants français*. Paris, Masson et Cie, 1925; 1 vol. 23cm. (Présenté par M. Béhal.)

Fondation de l'Institut français de Varsovie. Varsovie, 1925; 1 vol. 25cm.

Vient de paraître et Revue du mois, années 1923 et 1924. Paris, éditions Crès et Cie; 2 vol. 27cm.

Distribution géographique des moutons sauvages du monde ancien, par N. NASSONOV. Petrograd, 1924; 1 vol. 27cm,5.

Faune de France. 11 : *Diptères (Nématocères piqueurs) : Chironomidæ Ceratopogoninæ*, par J.-J. KIEFFER. 12 : *Diptères (Nématocères piqueurs) : Ptychopteridæ, Orphnephilidæ, Simuliidæ, Culicidæ, Psychodidæ Phlebotominæ*, par E. SÉGUY. Paris, Paul Lechevalier, 1925; 2 vol. 25cm,5. (Présentée par M. Louis Bouvier.)

Brewing, by A. CHASTON CHAPMAN. Cambridge (Angleterre), University Press, 1912; 1 vol. 17cm.

Collection de cinquante tirages à part et discours, par A. CHASTON CHAPMAN.

An atlas of the Saccharomycetes, by ALFRED CHASTON CHAPMAN and F. G. S. BAKER. London, The Brewing Trade Review, 1906; 1 vol. 32cm.

Conseil international de recherches, section de séismologie. Publications du Bureau central séismologique international sous la direction de E. ROTHÉ. Série A : *Travaux scientifiques* (fasc. n° 2). Paris, Presses universitaires de France, 1925; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

ERRATA.

(Séance du 21 septembre 1925.)

Note de M. *Const. A. Kténas*, L'éruption de Santorin :

Page 377, ligne 10, *au lieu de* ne dépassant pas, *lire* dépassant.

(Séance du 26 octobre 1925.)

Note de M. *Const. A. Kténas*, Les phénomènes explosifs de l'éruption du volcan de Santorin :

Page 563, ligne 4 en remontant, *au lieu de* Chaque éruption, *lire* Chaque explosion.
Page 564, dans l'indication de la figure, *au lieu de* Coupe à travers le dôme, *lire* Croquis vu du sud du dôme.

(Séance du 30 novembre 1925.)

Note de M. *E. F. Collingwood*, Sur un théorème de M. Lindelöf :

Page 845, ligne 9, *au lieu de* d_r, *lire* D_r; ligne 16, *au lieu de* γ_r et $D_{r,r}$, *lire* $\gamma_{r'}$ et $D_{r,r'}$; ligne 20, *au lieu de* $\frac{\zeta - z}{\zeta - z_0}$, *lire* $\frac{\zeta - z}{\zeta - \bar{z}_0}$; ligne 23, *au lieu de* $1 = \frac{r}{r_0} > k$, *lire* $\frac{r}{r_0} > k > 1$; ligne 25, *au lieu de* $m > 1 > k$. γ_r et γ'_{r}, *lire* $m > k > 1$. $\gamma_{r'}$ et γ'_{r} ; ligne 26. *au lieu de* $D_{r,r}$ et $D'_{r,r'}$, *lire* $D_{r,r'}$ et $D'_{r,r'}$; ligne 27, *lire* C_1 et C_2 et ses transformées.
Page 846, ligne 8, *au lieu de* $\delta > 1$, *lire* $\delta < 1$; ligne 10, *lire*

$$\log m = \left(3 \cot^2 \frac{\pi\delta}{6} + 21 + 16\sqrt{2}\right) \log(k+1);$$

ligne 23, *au lieu de* au, *lire* un; note (1), ligne 2, *au lieu de* Strecke, *lire* Stelle.
Page 847, ligne 6, *lire* $\lim_{r=\infty} \frac{\log[\log M_D(r)]}{\log r} \geqq \frac{\pi^2}{2}$.

(Séance du 7 décembre 1925.)

Note de M. *André Blondel*, Sur la résonance de torsion des arbres à manivelles :

Page 895, ligne 4 en remontant, *au lieu de* Mécanique sur la résonance de torsion, *lire* Sur la résonance de torsion.

Page 896, ligne 18, *au lieu de* étudier la résonance, *lire* expliciter l'équation de résonance.

Page 897, ligne 4, *au lieu de* $y_1 = \frac{C_p \Theta_p}{A_p}$, *lire* $y_1 = -\frac{C_p \Theta_p}{A_p}$.

(Séance du 21 décembre 1925.)

Note de M. *Th. Vautier*, Sur la propagation d'ondes aériennes produites par des étincelles ou des amorces :

Page 1056, dernière ligne, *lire* journée figurant sous l'accolade du tableau, dont les écarts ne dépassent....

FIN DU TOME CENT-QUATRE-VINGT-UNIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1925.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 181.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

X

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
77692-26 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.